



MODUL
**BLUE
HALOS
101**

Sebagai Bahan Pelatihan Dasar
Konservasi Alam dan Perikanan Lestari (KAIL)

JANUARI 2023

MODUL BLUE HALO S 101
Sebagai Bahan Pelatihan Dasar
Konservasi Alam dan Perikanan Lestari
(KAIL)

Buku ini disiapkan atas hasil kerja sama dengan Universitas Pattimura, Ambon, Maluku

Penyunting

Victor P.H. Nikijuluw
Elle Wibisono
Juliana L. Tomasouw

Penulis

Alex S.W. Retraubun	Laura Siahainenia
Charlotha I. Tupan	Mahriana Hulopi
Debby A. J. Selanno	Masudin Sangaji
Frederik Rijoly	Maureen A. Tuapattinaja
Frederika S. Pello	Mintje Wawo
Frederik W. Ayal	Niette V. Huliselan
Gino V. Limmon	Novianty C. Tuhumury
James Abrahamsz	Prulley A. Uneputty
Janson H. Pietersz	Reinhardus Pentury
Jesaya A. Pattikawa	Victor P.H. Nikijuluw
Johannes M.S. Tetelepta	Yona A. Lewerissa
Juliaeta A.B. Mamesah	Yuliana Natan
Juliana L. Tomasouw	

ISBN

XXX-XXX-XXX-XXX-XXX-X

Desain sampul dan tata letak buku

bangdzia

Foto sampul & belakang sampul

© Conservation International

Penerbit

Yayasan Konservasi Cakrawala Indonesia
Gedung Graha Inti Fauzi, Lt. 9
Jl. Warung Buncit No. 22, Pejaten Barat
Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12510
Email: indonesia@konservasi-id.org

Cetakan pertama, April 2023

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit



© Conservation International

KATA PENGANTAR

Blue Halo S atau disebut sebagai Konservasi Alam dan Perikanan Lestari (KAIL) merupakan sebuah model baru bagi pengelolaan konservasi laut (proteksi) dan sumber daya perikanan (produksi) di Indonesia yang dirancang untuk dapat mendanai kegiatan konservasi dari kelimpahan hasil produksi. Ketika sumber daya laut kita (*Blue*) dilindungi dan dikelola dengan baik, manfaat lingkungan (*Halo*) akan berdampak pada penghidupan, pemerataan, dan ketahanan pangan secara berkelanjutan/*sustainable* (S).

KAIL dirancang untuk mendukung program Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah berkomitmen untuk membangun dan meningkatkan pengelolaan kawasan konservasi dengan target yang sebelumnya 32,5 juta ha pada tahun 2030 (10% dari luas perairan laut Indonesia) menjadi 97,5 juta ha pada tahun 2045 (30% dari luas perairan laut Indonesia). KAIL juga bertujuan untuk mendukung perikanan berkelanjutan melalui pengelolaan 11 Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) dan penerapan perikanan terukur atau berbasis kuota. Kedua program ini saling terkait dan saling menguatkan untuk mencapai tujuan pembangunan perikanan secara sosial, ekonomi, dan ekologi yang telah ditetapkan sebelumnya.

Untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia dalam mendukung pelaksanaan KAIL, dipandang perlu untuk membuat sebuah modul dasar yang disebut “Blue Halo S 101 sebagai bahan pelatihan dasar Konservasi Alam Perikanan Lestari (KAIL)”. Buku ini menghimpun makalah-makalah yang terdiri dari 11 topik yang mencakup ekosistem laut penting, keterkaitan antara ekosistem laut penting dan sumber daya ikan, kawasan konservasi, pengelolaan sumber daya ikan, kelembagaan, sumber daya manusia, riset, *monitoring* dan evaluasi untuk pengelolaan kawasan konservasi dan sumber daya ikan. Makalah-makalah tersebut telah dipresentasikan dan didiskusikan melalui *focused group discussion* (FGD) yang dilaksanakan pada 19-20 Mei 2022 di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura, Ambon, Maluku. Karena masih versi awal, tentunya makalah-makalah ini masih memerlukan perbaikan dan masukan untuk modul versi berikutnya.

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada para kontributor atau penulis makalah yang sebagian besar merupakan dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, khususnya dari Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan.

Jakarta, Januari 2023



Meizani Irmadhiany

Ketua Dewan Pengurus,
Konservasi Indonesia



DAFTAR ISI

© Conservation International

Kata Pengantar iii

Daftar Isi..... v

Topik 01

Fungsi Ekosistem Terumbu Karang Kaitannya Dengan Sumber Daya Ikan 1

Pendahuluan.....	1
Dasar Teori Hubungan Fungsi Ekosistem Terumbu Karang Dengan Sumber Daya Ikan.....	14
Hasil Penelitian Empiris	19
Variabel-Variabel Penentu	22
Kesimpulan.....	25
Daftar Pustaka.....	27

Topik 02

Fungsi Ekosistem Mangrove Terkait Dengan Sumber Daya Ikan 31

Pendahuluan.....	31
Hasil Penelitian Empiris	32
Variabel-Variabel Penentu	46
Daftar Pustaka.....	48
Lampiran.....	51

Topik 03

Fungsi Ekosistem Lamun Terkait Dengan Sumber Daya Ikan	57
Pendahuluan.....	57
Dasar Teori	60
Kesimpulan.....	77
Daftar Pustaka.....	78

Topik 04

Spesies Ikan Komersial Yang Siklus Hidupnya Bergantung Pada Mangrove, Lamun Dan Terumbu Karang	85
Pendahuluan.....	85
Kepiting Bakau.....	88
Ikan Karang	92
Kesimpulan.....	96
Daftar Pustaka.....	97

Topik 05

Ekosistem Lamun, Mangrove Dan Terumbu Karang Sebagai Suatu Sistem Bioekologis.....	101
Pendahuluan.....	101
Dasar Teori	105
Interaksi Ekosistem Mangrove, Lamun, Dan Terumbu Karang Sebagai Sistem Bioekologis	111
Penelitian Pendukung	126
Dampak Interaksi Ekosistem Mangrove, Lamun, Dan Terumbu Karang	131
Kesimpulan.....	132
Daftar Pustaka.....	134

Topik 06

Konektivitas Kawasan Konservasi (Terumbu Karang, Mangrove Dan Lamun) Dan Sumber Daya Ikan.....	143
Pendahuluan.....	143
Dasar Teori	145
Diskusi.....	151

Studi Kasus.....	153
Kesimpulan	163
Daftar Pustaka.....	164

Topik 07

Variabel Penentu Kawasan Konservasi Sebagai Habitat Dalam Siklus Hidup Spesies Ikan Komersial	171
Pendahuluan.....	171
Dasar Teori	173
Penelitian Empiris Tentang Variabel Penentu.....	177
Variabel-Variabel Penentu	185
Kesimpulan.....	186
Daftar Pustaka.....	187

Topik 08

Prinsip-Prinsip Dasar Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Kawasan Konservasi Secara Berkelanjutan	191
Pendahuluan.....	191
Dasar Teori	194
Pengelolaan Kawasan Konservasi.....	197
Hasil Penelitian Empiris	200
Variabel-Variabel Penentu	206
Kesimpulan	208
Daftar Pustaka.....	210

Topik 09

Kelembagaan Pengelolaan Kawasan Konservasi Dan Sumber Daya Ikan	213
Pendahuluan.....	213
Pentingnya Kelembagaan Pengelolaan	215
Kelembagaan Yang Berbasis Dimensi Pengelolaan	217
Kelembagaan Yang Berbasis Tujuan Pengelolaan.....	219
Kelembagaan Pengelolaan Perikanan.....	221
Kelembagaan Pengelolaan Konservasi.....	223

Tanggung Jawab Pemerintah	224
Tanggung Jawab Pemerintah Daerah	227
Tanggung Jawab Masyarakat	229
Peluang Ko-Manajemen	231
Kesimpulan.....	234
Daftar Pustaka.....	236

Topik 10

Riset, Monitoring Dan Evaluasi Bagi Keberlanjutan Konektivitas Kawasan Konservasi Dan Sumber Daya Ikan.....	239
Pendahuluan.....	239
Pengelolaan Efektif Terhadap Kawasan Konservasi	242
Kerangka Teori Konektivitas Kawasan Konservasi Dan Sumber Daya Ikan.....	245
Kesimpulan.....	253
Daftar Pustaka.....	254

Topik 11

Sumber Daya Manusia Untuk Pengelolaan Terpadu Kawasan Konservasi Dan Sumber Daya Ikan.....	259
Pendahuluan.....	259
Sumber Daya Manusia Dalam Pengelolaan Kawasan Konservasi.....	261
Kondisi Kawasan Konservasi Perairan Di Provinsi Maluku.....	271
Variabel-Variabel Penentu	278
Kesimpulan.....	279
Daftar Pustaka.....	280



TOPIK 1

FUNGSI EKOSISTEM TERUMBU KARANG KAITANNYA DENGAN SUMBER DAYA IKAN

Masudin Sangaji, Gino V. Limmon, Frederik Rijoly

PENDAHULUAN

1. Definisi

Terumbu karang berasal dari dua suku kata terumbu (*reef*) dan karang (*coral*). Terumbu (*reef*) adalah endapan masif batu kapur (*limestone*), terutama kalsium karbonat (CaCO_3), yang utamanya dihasilkan oleh hewan karang dan biota-biota lain, seperti alga berkapur yang menyekresi kapur dan moluska (Zhong Y., Dong W., 1999). Karang (*coral*) disebut juga karang batu (*stony coral*), yaitu hewan dari ordo Scleractinia yang mampu menyekresi CaCO_3 (Nybakken J.W., 1986). Karang batu termasuk ke dalam kelas Anthozoa yaitu anggota anggota filum Coelenterata yang hanya mempunyai stadium polip (Burke I.C., Laurenroth W.K., 2002). Dalam proses pembentukan terumbu karang, karang batu (*Scleractinia*) merupakan penyusun yang paling penting atau hewan karang pembangun terumbu (Zhong Y., Dong W., 1999). Karang adalah hewan klonal yang tersusun atas puluhan atau jutaan individu yang disebut polip (Nybakken J.W., 1986). Berdasarkan definisi tersebut, maka dapat dibedakan dengan jelas bahwa biota karang (*coral*) sebagai individu suatu organisme atau komponen dari suatu komunitas, sedangkan terumbu karang (*coral reefs*) sebagai suatu ekosistem (Nybakken, 1988; Sorokin, 1993).

Di dalam kajian tentang ekosistem terumbu karang, sering ditemui istilah karang terumbu dan terumbu karang. Karang adalah organisme

hidup dalam filum Cnidaria. Ada dua jenis karang utama: karang lunak dan karang batu (juga disebut karang keras). Karang berbatu dari ordo Scleractinia adalah karang yang terutama bertanggung jawab untuk pembentukan terumbu melalui produksi dan sekresi kalsium karbonat (misalnya, CaCO_3 , atau batu gamping). Karang terumbu adalah pembangun utama struktur terumbu, biasanya disebut juga sebagai karang hermatipik (*hermatypic coral*) atau karang yang menghasilkan kapur (Nybakken J.W. 1986). Karang terumbu berbeda dari karang lunak yang tidak menghasilkan kapur, berbeda dengan batu karang (*rock*) yang merupakan batu cadas atau batuan vulkanik (Nybakken J.W. 1986).

Kebanyakan karang pembentuk terumbu memiliki hubungan simbiosis dengan alga dinoflagellata fotosintesis yang disebut zooxanthellae. Hubungan tersebut dianggap mutualistik, di mana karang menyediakan lingkungan yang dilindungi, karbon dioksida (CO_2) dan nutrisi (nitrogen dan fosfor) ke alga, dan alga pada gilirannya menyediakan oksigen (O_2) dan karbon ke karang melalui fotosintesis, yang merupakan 95% dari kebutuhan energi hewan karang. Ekosistem terumbu karang adalah ekosistem yang terbentuk dari komunitas terumbu karang sebagai unsur utama dan organisme/ biota perairan yang bersimbiosis membentuk sebuah sistem yang saling ketergantungan antara biota/organisme perairan dengan komunitas terumbu karang seperti jenis-jenis moluska, krustasea, echinodermata, polychaeta, porifera, dan tunicata serta biota-biota lain yang hidup bebas di perairan sekitarnya, termasuk jenis-jenis plankton dan jenis-jenis nekton (Sumich J.L., Dudley G.H. 1992). Sumber daya ikan adalah beragam hewan organisme atau biota yang terdapat di perairan. Sumber daya ikan terumbu karang adalah seluruh hewan organisme atau biota perairan yang berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang dan memiliki siklus hidup yang sebagian besar terjadi pada ekosistem terumbu karang. Sumber daya ikan ekosistem terumbu karang terdiri dari ikan karang, ikan pelagis kecil, moluska, krustasea, echinodermata, polychaeta, porifera dan berbagai biota lainnya yang hidup bebas di ekosistem terumbu karang.

2. Latar Belakang Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem utama di wilayah perairan tropis yang dibentuk oleh biota laut penghasil kapur kalsium karbonat (CaCO_3), khususnya jenis-jenis karang batu dan alga, bersama dengan biota lain yang hidup di dasar lautan. Pembentukan terumbu karang melalui proses yang lama dan kompleks. Proses pelekatan, pembentukan kerangka, sementasi, gradasi, erosi, dan akresi yang terjadi berulang-ulang dalam kurun waktu lama akhirnya membentuk terumbu karang. Menurut Veron (1995) terumbu karang dibentuk dari endapan (deposit) masif padat kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh biota karang dan tambahan dari alga berkapur (*Calcareous algae*) serta biota lainnya yang juga menghasilkan kalsium karbonat (CaCO_3). Menurut Suharsono (2008) proses pembentukan karang diawali dengan penempelan berbagai biota penghasil kapur pada substrat keras, seperti karang batu (*hard coral*) dan alga berkapur yang masing-masing berfungsi sebagai kerangka pembentuk terumbu dan sebagai penyemen atau penyatu kerangka. Hampir sebagian besar bentuk, struktur serta material kapur pembentuk terumbu dibentuk dan dihasilkan oleh biota karang sehingga terumbu karang sering juga didefinisikan sebagai ekosistem perairan tropis yang didominasi oleh biota karang.

Terumbu karang merupakan ekosistem dinamis dengan kekayaan biodiversitas serta produktivitas yang tinggi, sehingga terumbu karang mempunyai fungsi dan peran yang signifikan bagi sumber daya perikanan dan lingkungan. Secara ekologis, terumbu karang merupakan tempat bagi biota laut mencari makan, memijah, daerah asuhan dan berlindung berbagai organisme laut seperti ikan, udang lobster, teripang, moluska dan sumber daya ikan lainnya. Secara fisik terumbu karang menjadi pelindung pantai dari degradasi dan abrasi air laut. Terumbu karang juga merupakan sumber makanan dan bahan baku substansi bioaktif yang berguna dalam bidang farmasi dan kedokteran.

Ekosistem terumbu karang dihuni oleh beragam sumber daya ikan, khususnya ikan karang yang memanfaatkan terumbu karang untuk kepentingan hidupnya. Salah satu penyebab tingginya keanekaragaman spesies di ekosistem terumbu karang adalah karena adanya variasi habitat. Tingkat adaptasi dan keanekaragaman spesies di ekosistem terumbu karang dipengaruhi oleh adanya interaksi yang kompleks antara biota penyusun ekosistem terumbu karang (Nybakken, 1992). Ekosistem terumbu karang dengan keanekaragaman yang tinggi diindikasikan memiliki sumber daya ikan, khususnya ikan karang yang melimpah dan beragam. Begitu pun sebaliknya, jika keanekaragamannya rendah, sumber daya ikan di ekosistem tersebut juga rendah. Adanya asosiasi antara ekosistem terumbu karang dan sumber daya ikan, khususnya jenis-jenis ikan karang, memberikan gambaran bahwa telah terjadi proses simbiosis yang sangat erat. Untuk itu, kajian tentang fungsi ekosistem terumbu karang hubungannya dengan sumber daya ikan menjadi penting dan relevan untuk dilakukan. Dalam proses pembentukan terumbu karang, biota karang batu (*Scleractinia*) merupakan penyusun dan pembangun terumbu (*reef building corals*) paling penting dan utama.

3. Tekanan terhadap Ekosistem Terumbu Karang

Eksplorasi sumber daya ikan di ekosistem terumbu karang memungkinkan terjadinya tekanan terhadap sumber daya ikan dan tekanan tersebut semakin meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan permintaan kebutuhan pangan. Adanya tekanan aktivitas manusia di ekosistem terumbu karang berdampak negatif pada rekrutmen terumbu karang dan selanjutnya berpengaruh negatif juga terhadap rekrutmen stok sumber daya ikan. Menurut Hadi et al. (2012), penurunan rekrutmen stok sumber daya ikan akan berdampak pada penurunan keanekaragaman hayati dan penurunan stok perikanan tangkap.

Kelestarian ekosistem terumbu karang juga sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim (*climate change*). Peningkatan suhu air laut akibat

meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer yang bereaksi dengan air membentuk asam karbonat dan dapat menyebabkan pengasaman air laut (*ocean acidification*). Bila terjadi *ocean acidification* terus menerus (2 – 4 minggu) akan memicu peningkatan suhu air laut yang menyebabkan terumbu karang sulit membentuk skeleton akibat ditinggalkan oleh *zooxanthellae*, sehingga dapat mengakibatkan pemutihan karang (*coral bleaching*) dalam skala besar yang berujung pada kematian terumbu karang. Oleh sebab itu, mitigasi dan adaptasi perubahan iklim juga akan mempengaruhi produktivitas sumber daya ikan melalui perlindungan terumbu karang. Program-program konservasi terumbu karang hendaknya dapat menjadi *tools against climate change*, bukan saja untuk melestarikan keanekaragaman hayati terumbu karang tetapi juga untuk dapat memastikan manfaat keberlanjutannya bagi masyarakat lokal yang bergantung pada terumbu karang dan ekosistemnya.

Variabel-variaabel yang dapat menghambat keberlanjutan ekosistem terumbu karang dalam mendukung lestarinya sumber daya ikan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil adalah:

- a. Terumbu karang sangat rentan terhadap kerusakan dan kematian akibat dari tekanan lingkungan. Tekanan lingkungan ini dapat berupa perubahan iklim (pemanasan global) yang memicu terjadinya kenaikan suhu air laut yang berdampak pada terjadinya pemutihan karang (*bleaching*) dan terganggunya siklus hidup terumbu karang. Tekanan lingkungan juga dapat terjadi karena beragam aktivitas manusia di sekitar ekosistem terumbu karang yang tidak ramah lingkungan.
- b. Lamanya tingkat pemulihan (*recovery*) bila terjadi degradasi dibandingkan dengan ekosistem mangrove dan padang lamun.
- c. Tingkat penangkapan sumber daya ikan terumbu karang yang semakin tinggi seiring dengan pertambahan penduduk yang

dibarengi dengan kebutuhan konsumsi ikan yang semakin meningkat. Kondisi ini akan berdampak pada menurunnya produktivitas ikan-ikan herbivor sebagai bioindikator kesehatan terumbu karang.

- d. Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan. Kondisi ini selain dapat menyebabkan terjadinya penangkapan berlebih (*overfishing*), juga akan berdampak pada kelestarian dan keberlanjutan sumber daya ikan di masa depan.
- e. Makin tergerusnya budaya kearifan lokal (*local wisdom*) yang dimiliki masyarakat dalam pengelolaan tata kelola sumber daya yang arif dan bijaksana.

4. Klasifikasi Terumbu Karang

Terumbu karang digolongkan sebagai organisme eukariotik karena sel tubuhnya mempunyai nukleus yang mengandung materi genetik (Rangkuti dkk, 2017). Pada sistem klasifikasi Whittaker, karang diklasifikasikan sebagai hewan (kingdom Animalia) karena karang merupakan organisme eukariotik multiseluler yang memiliki tingkat kemampuan otot dan saraf (Lutz, 1986; Faustin et al., 2000). Dalam kingdom Animalia, karang diklasifikasikan sebagai hewan yang termasuk dalam filum Cnidaria. Filum Cnidaria merupakan organisme karnivora yang memiliki bentuk tubuh radial simetris dengan struktur tubuh yang sederhana. Cnidaria memiliki mulut yang dikelilingi oleh tentakel nematokis yang berfungsi membantu menangkap mangsa. Pada umumnya Cnidaria memiliki dua fase dalam siklus hidupnya, yaitu medusa dan polip. Medusa dapat berenang bebas (misalnya ubur-ubur), sedangkan polip sesil melekat pada benthos (misalnya anemone laut dan karang). Karang memiliki siklus hidup yang didominasi oleh fase polip, berbeda dengan ubur-ubur yang didominasi fase medusa.

Karang diklasifikasikan ke dalam kelas Anthozoa atau Hydrozoa berdasarkan bentuk morfologi (polypoid atau medusoid) dan struktur

anatomia rongga gastrovaskuler dan gastrodermis. Karang hermatipik (pembentuk terumbu) biasanya dianggap Anthozoa ordo Scleractinia yang memiliki ciri-ciri: keras, eksoskeleton berkapur, dan memiliki endosimbion fotosintesis (zooxanthellae).

Dalam perkembangan dan interaksi terumbu karang dengan lingkungannya, maka terumbu karang diklasifikasikan berdasarkan:

a. Berdasarkan kemampuan memproduksi kapur

Berdasarkan kemampuan memproduksi kapur, maka karang dibedakan menjadi dua kelompok yaitu kelompok karang hermatipik dan kelompok karang ahermatipik. Karang hermatipik adalah karang yang dapat menghasilkan material kapur sebagai bahan dasar pembangun terumbu dan tersebar di seluruh perairan daerah tropis, sedangkan karang ahermatipik adalah karang yang tidak menghasilkan material kapur pembentuk terumbu dan tersebar luas di seluruh perairan dunia.

Perbedaan utama karang hermatipik dan ahermatipik adalah adanya alga simbion zooxanthellae dalam jaringan karang yaitu sejenis alga uniselular (*dinoflagellate uniselular*) seperti *gymnodium microadriatum* (Sorokin, 1993; Cold dan Anderson, 1995; Veron, 2000). Endapan padat terumbu terdiri dari material kapur yang terjadi dalam proses jutaan tahun yang dihasilkan oleh jutaan individu penghasil kapur (Veron, 2000).

b. Berdasarkan lokasi dan proses pembentukannya

Berdasarkan lokasi dan tahap pembentukannya, ada beberapa tipe terumbu karang. Charles Darwin pada tahun 1842 membedakan tiga kategori utama terumbu berdasarkan geomorfologinya, yaitu: terumbu tepi (*fringing reefs*), terumbu penghalang (*barrier reefs*), dan terumbu cincin (*atolls*) (Barnes & Hughes, 1999). Sedangkan

Castro P. & Huber M.E. (2005) menggolongkan terumbu karang berdasarkan letaknya menjadi empat tipe yaitu terumbu karang tepi, terumbu karang penghalang, terumbu karang cincin, dan terumbu karang datar atau gosong terumbu (*patch reef*). Menurut Soeharsono (2008) terumbu karang yang berkembang di paparan benua atau pulau namun belum mencapai permukaan laut disebut terumbu karang gosong (*patch reef*). Nybakken (1992) membagi terumbu karang atas berbagai tipe yaitu terumbu karang tepi (*fringing reefs*), terumbu karang penghalang (*barrier reefs*), terumbu karang cincin (*atolls*), dan gosong terumbu (*patch reefs*).

1. Terumbu Karang Tepi (*Fringing Reefs*)

Terumbu karang tepi (*fringing reefs*) atau karang penerus merupakan terumbu karang yang mayoritas berkembang di pesisir pantai dari pulau-pulau kecil. Tipe terumbu karang ini berkembang di sepanjang pantai dan mencapai kedalaman tidak lebih dari 40 meter. Terumbu karang ini tumbuh ke atas atau ke arah laut. Pertumbuhan terbaik biasanya terdapat di bagian yang cukup berarus, sedangkan di antara pantai dan tepi luar terumbu pertumbuhan tipe karang ini kurang baik bahkan banyak yang mati karena sering mengalami kekeringan dan banyak endapan yang datang dari darat (Veron, 2000). Terkadang ditemukan terumbu karang tepi yang mengalami modifikasi menjadi bagian-bagian yang terpisah dan mengelompok di luar garis pantai (Hubbard, 1997). Terumbu karang tepi adalah jenis terumbu karang paling sederhana dan paling banyak ditemui di pinggir pantai yang terletak di daerah tropis. Terumbu karang tepi berkembang di mayoritas pesisir pantai dari pulau-pulau besar. Perkembangannya bisa mencapai kedalaman 40 meter dengan pertumbuhan ke atas dan ke arah luar menuju laut lepas. Dalam proses perkembangannya, terumbu ini berbentuk melingkar yang ditandai dengan adanya bentukan ban atau bagian endapan karang mati yang mengelilingi pulau. Pada

pantai yang curam, pertumbuhan terumbu jelas mengarah secara vertikal.

2. Terumbu Karang Penghalang (*Barrier Reef*)

Terumbu karang penghalang (*barrier reef*) terletak di berbagai jarak kejauhan dari pantai dan dipisahkan dari pantai tersebut oleh dasar laut yang terlalu dalam untuk pertumbuhan karang batu (40-75 m). Contohnya adalah *The Great Barrier Reef* yang berderet di sebelah timur laut Australia dengan panjang 1.350 mil (Veron, 2000). Terumbu karang ini terkadang membentuk laguna (kolom air) atau celah perairan yang lebarnya mencapai puluhan kilometer. Karang penghalang umumnya ditemukan di sekitar pulau besar atau benua dan membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus (Nybakken, 1992). Terumbu karang penghalang umumnya memanjang menyusuri dan sejajar pantai seperti rintangan penghalang yang melindungi wilayah kepulauan.

3. Terumbu Karang Cincin atau Atol (*Atoll*)

Tipe terumbu karang ini berbentuk cincin (*atoll*) yang melingkari suatu goba (laguna). Tipe terumbu karang ini terletak di sekeliling batas dari pulau-pulau vulkanik yang tenggelam dan tidak terdapat batasan dengan daratan. Kedalaman goba di dalam erak sekitar 45 meter dan jarang sampai 100 meter seperti terumbu karang penghalang. Contohnya adalah erak di Pulau Taka Bone Rate di Sulawesi Selatan. Teori kejadian terumbu gerak sebagai sebuah gejala geologis yang melibatkan gerakan lempeng tektonik dan aktivitas vulkanik (Veron, 2000). Hubbard (1997) merinci lebih jelas kejadian terumbu dikombinasikan dengan peristiwa pertumbuhan terumbu yang bergerak ke atas akibat kenaikan muka air laut.

4. Terumbu Gosong (*Patch Reefs*)

Terumbu gosong atau terumbu karang datar (*patch reef*) terkadang disebut juga sebagai pulau datar (*flat island*). Terumbu ini tumbuh dari bawah ke atas sampai ke permukaan dan, dalam kurun waktu geologis, membantu pembentukan pulau datar. Umumnya pulau ini akan berkembang secara horizontal atau vertikal dengan kedalaman relatif dangkal.

Berdasarkan kondisi pengamatan di lapangan didapati bahwa tipe-tipe terumbu di atas dapat mengalami modifikasi akibat perubahan kondisi geografis atau kejadian-kejadian tektonik. Modifikasi tersebut adalah pemisahan bagian terumbu menjadi kelompok-kelompok kecil terumbu yang membentuk rangkaian tersendiri terpisah dari komunitas awalnya.

c. Berdasarkan Bentuk Pertumbuhan

Berdasarkan bentuk pertumbuhan koloni, maka terumbu karang dikelompokkan menjadi karang Acropora dan karang non-Acropora (English, 1997). Sesuai namanya, bentuk pertumbuhan Acropora adalah karang-karang dari genus *Acropora*, dengan ciri khas utama yaitu letak koralit yang berada pada sisi radial dan axial dari karang. Sedangkan pada jenis-jenis karang non-Acropora, koralit hanya ditemukan pada sisi radial saja. Pada umumnya, terdapat lima kategori bentuk pertumbuhan pada jenis Acropora, dan 9 pada jenis non-Acropora.

Bentuk pertumbuhan karang Acropora yaitu:

1. *Acropora encrusting (ACE)*

Jenis karang ini berbentuk mengerak seperti batu. Untuk membedakannya bisa dilihat dengan jelas terdapat koralit pada setiap permukaan karang. Contoh karang *encrusting* ini yaitu *Acropora palifera*.

2. *Acropora branching* (ACB)

Jenis karang ini berbentuk seperti percabangan pohon. Jika diteliti secara detail, terdapat jelas axial korallit pada karang ini. jenis ini paling banyak ditemukan dan juga yang paling cepat tumbuh. Contoh karang ini yaitu *Acropora formosa*.

3. *Acropora tabulate* (ACT)

Jenis karang ini berbentuk seperti meja (*table*) dan sangat mudah untuk diidentifikasi. Di beberapa kondisi perairan sering ditemukan jenis karang ini dengan bentuk bertingkat 2-3 helai *table*. Contoh karang ini yaitu *Acropora hyacinthus*.

4. *Acropora digitate* (ACD)

Jenis karang ini berbentuk menjari. Contoh karang ini yaitu *Acropora humilis*.

5. *Acropora submassive* (ACS)

Jenis karang ini berbentuk seperti transisi dari karang bercabang ke karang masif. Contoh karang jenis ini yaitu *Acropora palifera*.

Bentuk pertumbuhan karang *non-Acropora* yaitu:

6. *Coral foliose* (CF)

Karang ini berbentuk seperti serutan kayu/lembaran. Contoh karang ini yaitu *Montipora* sp. dan *Turbinaria* sp.

7. *Coral encrusting* (CE)

Karang ini berbentuk mengerak dan terkadang agak sulit dibedakan dengan jenis alga yang mengerak, seperti *Coralline* alga. Contoh karang jenis ini yaitu *Leptoseris* spp.

8. Coral branching (CB)

Semua karang-karang bercabang yang tidak memiliki axial korallit masuk ke kategori bentuk pertumbuhan ini. Contoh karang jenis ini yaitu *Stylophora hystrix*.

9. Coral submassive (CS)

Hampir sama dengan jenis karang *Acropora*, karang dalam jenis ini berbentuk tidak beraturan dan menyerupai kolom. Contoh jenis karang ini yaitu *Stylophora pistillata*.

10. Coral mushroom (CMR)

Jenis karang ini berbentuk seperti jamur dan merupakan karang soliter. Contoh jenis karang ini yaitu *Fungia* sp.

11. Coral massive (CM)

Jenis karang ini berbentuk bongkahan seperti batu. Besarnya ukuran karang ini menandakan ekosistem karang yang cukup baik dan tidak terganggu. Karang ini merupakan salah satu jenis karang yang pertumbuhannya lama. Karang ini bisa digunakan sebagai indikator kondisi ekosistem terumbu karang masa lampau, dengan cara pengeboran (*coring*). Contoh karang ini yaitu *Leptoria phrygia*.

12. Coral heliopora (CHL)

Jenis karang ini memiliki rangka kapur berwarna biru sehingga sering disebut karang biru. Contoh karang ini yaitu *Heliopora coerulea*.

13. Coral tubipora (CTU)

Jenis karang ini memiliki polip karang yang sering terlihat jelas keluar. Hal ini terkadang membingungkan peneliti yang mencari keberadaan karang tabung di ekosistem terumbu karena

sekilas lebih terlihat seperti karang lunak. Jika dilihat lebih jelas, polip pada jenis karang ini menghasilkan juga kerangka kapur berwarna merah seperti tabung organ. Contoh karang ini yaitu *Tubipora musica*.

14. Coral millepora (CME)

Jenis karang ini berbentuk bercabang seperti karang bercabang lainnya. Hal yang paling membedakan adalah jika dilihat lebih dekat, karang ini memiliki bulu-bulu penyengat yang dapat menyebabkan luka bakar, sehingga karang ini disebut karang api. Karang ini sebenarnya bukan karang sejati, karena bukan merupakan jenis Anthozoa seperti karang-karang lainnya. Contoh jenis karang ini seperti *Millepora* sp.

d. Berdasarkan pertumbuhan koloni

Karang pembentuk terumbu merupakan hewan berkoloni yang perkembangannya mengikuti bentuk tumbuh dari setiap koloni. Koloni karang dianggap organisme modular karena mereka terdiri dari unit morfologi berulang atau polip. Cara polip ini diatur menentukan bentuk pertumbuhan koloni karang yang berbeda atau morfologi. Nybakken (1992) membagi pertumbuhan koloni karang berdasarkan karakteristik genera yang terdiri atas:

1. Tipe bercabang (*branching*): memiliki cabang dengan ukuran cabang lebih panjang dibandingkan dengan ketebalan atau diameternya.
2. Tipe padat (*massive*): berbentuk seperti bola/bulat dengan ukuran bervariasi. Permukaan terumbu tipe ini halus dan padat.
3. Tipe kerak (*encrusting*): karang ini memiliki permukaan yang kasar dan keras serta lubang-lubang kecil. Karang dengan tipe ini tumbuh menutupi permukaan dasar terumbu.

4. Tipe meja (*tabulate*): karang ini berbentuk seperti meja dengan permukaan yang lebar dan datar.
5. Tipe daun (*foliose*): karang ini tumbuh dalam bentuk lembaran-lembaran yang menonjol pada dasar terumbu, berukuran kecil dan membentuk lipatan melingkar.
6. Tipe jamur (*mushroom*): karang ini berbentuk oval dan tampak seperti jamur, memiliki banyak tonjolan seperti punggung bukit beralur dari tepi hingga pusat mulut.
7. Masing-masing bentuk per-tumbuhan koloni karang memiliki peran dan hubungan yang sangat penting dengan sumber daya ikan di sekitarnya.

DASAR TEORI HUBUNGAN FUNGSI EKOSISTEM TERUMBU KARANG DENGAN SUMBER DAYA IKAN

Beragam manfaat dan peruntukan yang dapat diberikan dengan keberadaan ekosistem terumbu karang di suatu daerah. Ekosistem terumbu karang memiliki manfaat baik dari segi ekologi, ekonomi, sosial, maupun jasa lingkungan. Dalam kaitan dengan sumber daya ikan, ekosistem terumbu karang memiliki peran fungsional yang sangat besar bagi kelimpahan dan keberagaman sumber daya ikan secara berkelanjutan di daerah tropis. Terumbu karang merupakan habitat dan sumber makanan berbagai jenis biota laut, seperti ikan, udang, lobster, moluska, bivalvia, echinodermata, dan biota laut lainnya. Terumbu karang berperan sebagai tempat bertelur/memijah, tempat tinggal, tempat berlindung, tempat mencari makan, dan tempat berkembang biak bagi biota laut dari plankton sampai dengan ikan dalam kategori predator tingkat tinggi. Produksi perikanan tangkap dan budidaya yang masih dilakukan sampai saat ini tidak lepas dari jasa ekosistem terumbu karang sebagai penyedia sumber daya yang konsisten. Bila terjadi kerusakan

terumbu karang maka akan menyebabkan terganggunya manfaat dan fungsi terumbu karang serta rantai makanan yang berdampak langsung pada produksi perikanan.

Terdapat berbagai macam sumber daya ikan yang berasosiasi dengan terumbu karang, seperti ikan karang, moluska, Echinodermata, dan biota lainnya. Pada umumnya ikan yang hidup berasosiasi di daerah karang merupakan ikan yang bersifat diurnal (beraktivitas di siang hari) dan memiliki beragam warna menarik. Kelompok ikan yang memiliki kaitan erat dengan terumbu karang seperti: Labridae, Pomacentridae, Serranidae, Chaetodontidae, dan Pomacantridae. Sebagian kecil ikan yang berasosiasi dengan terumbu karang aktif pada malam hari (*nocturnal*). Ikan tipe *nocturnal* akan bersembunyi di celah-celah karang atau bersembunyi di dalam pasir sepanjang siang dan muncul ke permukaan ke permukaan pada malam hari untuk mencari makan. Ikan yang bersembunyi di celah-celah karang seperti kelompok ikan Apogonidae dan ikan Holocentridae. Terdapat sebagian kecil ikan yang menguburkan diri di pasir, lumpur, dan pecahan karang (*rubble*) seperti ikan blosso, ikan sebelah, dan ikan gobi.

Beberapa fungsi ekosistem terumbu karang dalam kaitan dengan sumber daya ikan adalah:

a. Sebagai tempat asuhan/pembesaran (*nursery ground*)

Terumbu karang memiliki fungsi penting sebagai tempat asuhan (*nursery ground*) bagi ikan-ikan yang masih kecil atau organisme yang masih muda. Beberapa jenis ikan karang yang masih kecil menjadikan ekosistem terumbu karang sebagai daerah asuhan. Berdasarkan pengamatan lapangan, di Perairan Teluk Kotania dijumpai jenis-jenis ikan karang dan ikan pelagis kecil yang belum dewasa memanfaatkan areal rataan tubir terumbu karang sebagai daerah asuhannya dengan kedalaman kolom air 1 sampai 5 meter. Jenis-jenis ikan karang yang masih kecil dan berasosiasi dengan

terumbu karang di daerah ini adalah kerapu (Serranidae), ekor kuning (Caesionidae), kakatua (Scaridae), *triggerfish* (Balistidae), *clownfish* (Pomacanthidae), baronang (Siganidae), Labridae, Bleniidae, dan Gobiidae.

Pada umumnya sebagian besar sumber daya ikan seperti ikan karang, gurita, kepiting rajungan karang (*Charybdis feriata*), lobster, teripang, sotong, dan berbagai biota laut lainnya menjadikan terumbu karang sebagai tempat pembesaran (*nursery ground*). Rajungan karang menyukai substrat berpasir hingga berpasir-berlumpur, pada kedalaman 30-60 meter (Ng, P.K.L. 2001). Beberapa ikan pelagis kecil juga seperti ikan teri (*Stolephoorus* spp.), ikan kembung (*Rastrelliger* sp.), ikan selar (*Selaroides* sp.), dan ikan layang (*Decapterus* spp.) serta ikan pelagis kecil lainnya menjadikan terumbu karang sebagai tempat asuhan/pembesaran.

b. Sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*)

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dijadikan sebagai tempat untuk mencari makan berbagai organisme laut seperti ikan, krustasea, moluska, ekinodermata, bahkan tumbuhan alga. Empat kelompok ikan herbivor yang mendominasi ekosistem terumbu karang yaitu Pomacantridae (*damselfish*), Siganidae (baronang/*rabbitfish*), Achanturidae (kulit pasir/*surgeonfish*), dan Scaridae (kakaktua/*parrotfish*). Selain itu, terdapat juga ikan dari famili Haemulidae (gerot-gerot/*sweetlips*), Lutjanidae (kakap/*snapper*), dan Serranidae (kerapu/*grouper*). Sumber daya ikan seperti bulu babi (*Diadema* spp.) yang memakan *algae* menjadikan terumbu karang sebagai *feeding ground*. Ekosistem terumbu karang juga menjadi *feeding ground* bagi ikan pelagis. Pada tahap dewasa ikan pelagis kecil umumnya berukuran 6 cm sudah memasuki perikanan dan

telah mampu melakukan ruaya sendiri (Widodo et al., 1994; Freon et al., 2005). Selanjutnya dikatakan bahwa kebanyakan ikan pelagis termasuk pemakan plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton. Jenis ikan pelagis besar seperti ikan tuna sering dijumpai mencari makan di ekosistem terumbu karang pada kedalaman 20 – 50 meter.

c. Sebagai tempat bertelur (*nesting ground*) dan tempat memijah (*spawning ground*)

Secara umum famili Pomacentridae merupakan jenis ikan yang ditemukan melimpah di terumbu karang yang menetaskan telurnya di dasar perairan terumbu karang sehingga kecenderungan telur dapat terbawa ke perairan lamun atau mangrove sangat kecil (Leis dan Tiwari, 2000). Hasil penelitian Abdul Hadi et al. (2012) di perairan ekosistem terumbu karang di Kepulauan Karimunjawa, Jepara ditemukan larva ikan yang teridentifikasi di terumbu karang terdiri dari 28 famili yang didominasi oleh Pomacantridae, Clupeidae, dan Atherinidae.

Beberapa jenis ikan karang melakukan pemijahan berdasarkan siklus tertentu yang dipengaruhi oleh musim maupun bulan (Subiyanto et al., 2008). Faktor kompetisi, predasi, kondisi habitat, produktivitas primer, dan dinamika oseanografi, pola migrasi mempengaruhi kelimpahan dan distribusi larva ikan (Rominohtarto dan Juwana, 2004; Anwar, 2008). Terumbu karang juga merupakan ekosistem favorit bagi lobster air laut (*Panulirus* sp.) sebagai tempat bertelur, memijah, dan mencari makan serta tempat berlindung dari pemangsa/predator. Pada umumnya lobster air laut menyukai jenis karang *Acropora* khususnya *Acropora tabulate* untuk *nesting* dan *spawning* karena bentuknya yang seperti meja sehingga terlindung dari predator.

d. Sebagai tempat berlindung (*shelter*)

Jenis-jenis sumber daya ikan seperti lobster air laut, *octopus* (gurita), ikan karang, dan berbagai biota perairan lainnya menjadikan keberadaan terumbu karang sebagai tempat berlindung dari predator atau pemangsa. Jenis lobster air laut pada umumnya sering ditemukan berlindung dari pemangsa atau predator dengan memanfaatkan bentuk tumbuh dari karang. Jenis-jenis karang *acropora* khususnya dengan bentuk pertumbuhan tabulate/meja menjadi tempat yang ideal bagi perlindungan lobster. Gurita (*octopus*) sering memanfaatkan celah karang atau lubang terumbu karang untuk bersembunyi bila ada predator/pemangsa.

Jenis *Echinodermata* seperti bulu babi, bintang laut, dan jenis yang lainnya mempunyai tempat hidup pada daerah terumbu karang dan celah-celah terumbu karang (Nontji, 2002). Alga hidup di dasar laut mulai dari zona pasang surut sampai sedalam sinar matahari dan hidup menempel pada dasar yang keras seperti terumbu karang (Nontji, 2002). Moluska hidup berada pada daerah yang didominasi oleh puing-puing terumbu, lembaran karang mati dan batu-batuan (Allen dan Steene, 1994). Menurut Abrar dan Menuputty (2008), kehadiran dan sebaran *Ascidian* berada pada daerah yang didominasi oleh substrat keras dan patahan karang. Spons berada pada daerah yang keras yaitu seperti di daerah terumbu karang (Hadi, 2010). *Echinodermata* memiliki tempat hidup pada daerah terumbu karang karena terdapat banyak makanan. *Xanthidae* sp memiliki tempat hidup pada daerah yang berbatu dan celah-celah karang hidup dan mati (Edmonson, 1962). *Spirobranchus giganteus* terdapat pada daerah yang asin dan tidak ada pada habitat yang lainnya (Pamungkas, 2011). Menurut Romimohtarto dan Juwana (2007), alga hijau terdapat terutama di mintakat litoral bagian atas, khususnya di bagian bawah dari mintakat pasang surut. Moluska

yang lebih umum dikenal dengan keong laut yang biasa dijumpai pada di berbagai jenis lingkungan dan menyesuaikan dengan bentuk lingkungannya (Nonjiti, 2002).

Zuchin et al. (2000) menyatakan bahwa bermacam taksa moluska dan kebiasaan hidup mereka di ekosistem terumbu karang terkait erat dengan keanekaragaman tutupan karang. Beberapa jenis kepiting sering ditemukan mencari makan di terumbu karang pada kedalaman yang berbeda. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada terumbu karang di Teluk Kotania ditemukan jenis kepiting yang sering mencari makan di terumbu karang seperti famili Cheiragonidae, Eriphiidae, Leucosiidae, Majidae, Pilumnidae, Pinnotheridae, Porcellanidae, Xanthidae, Portunidae, dan Goneplaciidae. Pada umumnya famili Xanthidae mendominasi karang *Acropora* sp. pada kedalaman yang dangkal 2-7 meter, sedangkan famili Portunidae dan Pilumnidae mendominasi pada kedalaman di atas 10 meter. Untuk karang *Pocillopora* sp. biasanya di dominasi jenis kepiting dari famili Pilumnidae pada kedalaman di atas 10 meter. Menurut I Gede Budi Astrawan dkk (2021), pada terumbu karang di Teluk Pemuteran Buleleng Bali didapati jenis kepiting di *Acropora* sp. pada kedalaman 5 meter terdapat 60% (Xanthidae) dan kedalaman 20 meter sebesar 37% (Portunidae dan Pilumnidae), sedangkan komposisi tertinggi spesies kepiting di *Pocillopora* sp. pada kedalaman 5 meter terdapat 34% (Xanthidae) dan kedalaman 20 meter sebesar 37% (Pilumnidae).

HASIL PENELITIAN EMPIRIS

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan ikan karang dipengaruhi oleh kondisi terumbu karang, di mana pada daerah yang terlindung (*leeward*) dan daerah terbuka (*windward*) biasanya terdapat terumbu karang yang mempunyai struktur morfologi yang berbeda.

Beberapa hasil kajian maupun penelitian yang memaparkan tentang kaitan fungsi terumbu karang dengan sumber daya ikan seperti:

1. Allen et al. (2003) menyatakan bahwa dari perkiraan 12.000 spesies ikan laut dunia, kurang lebih 7.000 spesies (58,3%) merupakan ikan yang hidup di daerah terumbu karang. Selanjutnya dikatakan bahwa wilayah antara bagian utara dan selatan Sulawesi hingga ujung barat Papua termasuk kepulauan Raja Ampat dan Halmahera merupakan wilayah dengan keanekaragaman hayati laut tertinggi, terutama untuk karang dan ikan karang (Allen, 2005).
2. Fahrurida et al., 2014. melakukan kajian tentang keanekaragaman famili ikan di zona *intertidal* Pantai Kukup, Gunung Kidul, Yogyakarta. Hasil kajian menunjukkan bahwa di zona *intertidal* Pantai Kukup ditemukan 11 famili dan 18 spesies ikan. Famili ikan tersebut meliputi Acanthuridae, Chaetodontidae, Mugilidae, Apogonidae, Gobiidae, Blenniidae, Pomacentridae, Kuhliidae, Clinidae, Labridae, dan Pomacanthidae. Famili ikan ini ditemukan pada berbagai macam habitat, seperti batu, lamun, alga, pasir, dan terumbu karang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa zona *intertidal* Pantai Kukup menyediakan habitat beragam yang mendukung kehidupan banyak famili ikan.
3. Safar Dody dan Tjahyo Winanto (2018) melakukan kajian tentang status gastropoda pada ekosistem terumbu karang di Pulau Tidung Kepulauan Seribu. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Gastropoda berasosiasi dengan terumbu karang, karena menggunakan terumbu karang sebagai habitat, tempat berlindung atau memakan jaringan/lendir karang. Jenis-jenis yang ditemukan adalah *Lambis lambis*, *Drupella* sp., *Cypraea tigris*, *Filifusus filamentosus*, *Cerithium asper*, dan *Angaria nodosa*.
4. Hendrik A.W. Cappenberg (2017) melakukan kajian inventarisasi dan sebaran moluska di terumbu karang perairan Pulau Bacan Maluku

Utara. Dari hasil inventarisasi ditemukan sebanyak 47 jenis moluska yang mewakili 19 famili, di mana jenis yang paling dominan adalah dari famili Muricidae. Hadirnya jenis-jenis moluska dari kelas bivalvia seperti *Tridacna crocea*, *T. derasa*, *T. maxima*, *T. squamosa*, *Pinctada margaritifera*, *Beguina semiorbicula*, *Pinna bicolor*, *Atrina vexillum*, *Isognomon isognomum*, dan *Spondylus* sp. *Saccostraea cucullata* yang hidupnya menetap/ menempel pada substrat, membuktikan bahwa tipe substrat dan habitat terumbu karang sangat ideal untuk hidup dan berkembangnya moluska. Beberapa jenis moluska yang ditemukan mempunyai nilai ekonomis penting, seperti *Tridacna* spp., *Pinctada margaritifera*, dan *Pteria penguin*.

5. Hakim A., 2009 melakukan penelitian tentang peranan ikan herbivor dan lingkungan pada pembentukan asosiasi terumbu karang dengan makroalga di Kepulauan Seribu, Jakarta. Hasil kajian ini menyimpulkan bahwa ikan herbivor terutama famili Scaridae memiliki peran yang nyata dalam asosiasi antara karang keras dengan makroalga. Ikan herbivor tergantung pada makroalga terutama *turf algae* sebagai makanannya.
6. Puspitasari G, et al., 2019 melakukan kajian tentang *Coral Reef Fish and Plankton Diversity toward Coral Reef Coverage in Panjang Island of Anak Krakatoa Mountain*. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa hubungan keragaman plankton dengan tutupan terumbu karang di perairan Pulau Panjang Kepulauan Krakatau memiliki korelasi positif dan hubungan korelasi positif juga terjadi antara keragaman ikan karang dengan terumbu karang. Suryo P.R. Utomod et al., 2013 melakukan kajian keanekaragaman jenis ikan karang di perairan terumbu karang Karimunjawa, Jepara, menemukan sebanyak 20 jenis ikan karang dari 10 famili Acanthruidae, Apogonidae, Chaetodontidae, Gobidae, Mulidae, Pomacanthidae, Pomacentridae, Serranidae, Scaridae, dan Siganidae yang berasosiasi pada ekosistem terumbu karang.

7. Sangaji M, 2001. Melakukan kajian tentang zonasi ekosistem terumbu karang dengan menggunakan teknik *cell-based modelling* berdasarkan indeks kepekaan lingkungan di Teluk Kotania, Provinsi Maluku. Hasil kajian menunjukkan keberadaan sumber daya ikan di sekitar terumbu sangat berpengaruh terhadap pembentukan zonasi khususnya jenis-jenis ikan herbivora.
8. Wahyudi et al., 2011 melakukan kajian tentang studi keterkaitan komunitas ikan karang dengan kondisi karang tipe *Acropora* di perairan Sidodadi dan Pulau Tegal, Teluk Lampung, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Hasil kajian menunjukkan bahwa keterkaitan komunitas ikan karang dengan kondisi karang tipe *Acropora* memiliki keterkaitan yang positif terhadap komunitas ikan indikator, ikan target, dan ikan mayor (ikan yang mempunyai jumlah dan jenis paling banyak di ekosistem terumbu karang).
9. Setiawan et al., 2017 melakukan kajian tentang pemutihan karang akibat pemanasan global tahun 2016 terhadap ekosistem terumbu karang di Taman Wisata Perairan (TWP) Gili Matra, Nusa Tenggara Barat. Hasil kajian didapati bahwa peningkatan suhu permukaan laut akibat pemanasan global yang terjadi dari awal hingga pertengahan tahun 2016 memberikan dampak pemutihan karang di beberapa lokasi di TWP Gili Matra. Dampak *bleaching* menyebabkan sedikitnya rekrutmen karang yang mengakibatkan proses *recovery* terdampak menjadi lambat dikarenakan juvenil karang baru sebagian besar mati. Dampak kedua dari *bleaching* ini yaitu kelimpahan ikan yang turun signifikan, hal ini mengindikasikan yang tersedia hanya ikan-ikan ukuran besar (dewasa) dan sedikitnya ikan-ikan kecil termasuk juvenil yang ditemukan.

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Fungsi ekosistem terumbu karang memiliki kaitan yang erat dengan produktivitas sumber daya ikan di wilayah pesisir dan pulau-pulau

kecil. Produktivitas dan keanekaragaman hayati sumber daya ikan di ekosistem terumbu karang sangat memegang peranan penting bagi keberlangsungan mata pencaharian masyarakat lokal. Untuk itu desain program konservasi perairan khususnya konservasi terumbu karang harus dapat menjamin kelestarian faktor ekologi dan keberlanjutan faktor sosial-ekonomi masyarakat lokal. Terdapat beberapa faktor/ variabel baik positif maupun negatif yang sangat berpengaruh terhadap keberadaan terumbu karang di ekosistem pesisir dan pulau-pulau kecil yaitu:

a. Variabel Positif

Variabel positif dimaknai sebagai faktor modal atau potensi yang dimiliki dalam mendukung produktivitas sumber daya ikan dan kelestarian terumbu karang. Terdapat 5 faktor pendukung potensi perikanan, yaitu:

1. Keberadaan ekosistem terumbu karang sebagai tempat siklus hidup sumber daya ikan. Kondisi ini dapat dimaknai sebagai tanpa terumbu karang maka produktivitas sumber daya ikan di perairan laut tidak akan bertahan.
2. Pada umumnya kondisi fisika kimia perairan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Indonesia mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang secara berkelanjutan.
3. Fungsi dan manfaat serta produktivitas yang tinggi dari ekosistem terumbu karang dalam menopang keberadaan dan kelestarian sumber daya ikan.
4. Potensi ekosistem terumbu karang Indonesia yang luas dan berada pada segi tiga terumbu karang dunia memungkinkan wilayah perairannya menjadi fokus perhatian dunia untuk aktivitas pelestarian terumbu karang.

5. Adanya komitmen dan peran aktif pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat, kelompok masyarakat serta praktisi pegiat lingkungan untuk tetap menjaga dan melestarikan ekosistem terumbu karang dan sumber daya ikannya.

b. Variabel Negatif

Variabel negatif dapat dimaknai sebagai faktor yang dapat menghambat keberlanjutan ekosistem terumbu karang dalam mendukung lestarinya sumber daya ikan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Variabel negatif tersebut adalah:

1. Terumbu karang sangat rentan terhadap kerusakan dan kematian akibat dari tekanan lingkungan. Tekanan lingkungan ini dapat berupa perubahan iklim (pemanasan global) yang memicu terjadinya kenaikan suhu air laut yang berdampak pada terjadinya pemutihan karang (*bleaching*) dan terganggunya siklus hidup terumbu karang. Tekanan lingkungan juga dapat terjadi karena beragam aktivitas manusia di sekitar ekosistem terumbu karang yang tidak ramah lingkungan.
2. Terumbu karang memiliki tingkat pemulihan (*recovery*) yang sangat lama bila terjadi degradasi dibandingkan dengan ekosistem mangrove dan padang lamun.
3. Tingkat penangkapan sumber daya ikan terumbu karang yang semakin tinggi seiring dengan pertambahan penduduk yang dibarengi dengan kebutuhan konsumsi ikan yang semakin meningkat. Kondisi ini akan berdampak pada menurunnya produktivitas ikan-ikan herbivor sebagai bioindikator kesehatan terumbu karang.
4. Penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan, seperti dengan menggunakan sianida, bom, dan alat merusak habitat

- lainnya. Kondisi ini selain dapat menyebabkan terjadinya penangkapan berlebih (*overfishing*), juga akan berdampak pada kelestarian ekosistem terumbu karang.
5. Makin tergerusnya budaya kearifan lokal (*local wisdom*) yang dimiliki masyarakat dalam pengelolaan tata kelola sumber daya yang arif dan bijaksana.

KESIMPULAN

Berbagai fungsi terumbu karang dan sumber daya ikan pada ekosistem terumbu karang memegang peranan penting dalam menjaga keberlangsungan dan keberlanjutan bagi rantai ketersediaan stok sumber daya ikan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Untuk itu program-program konservasi terumbu karang hendaknya terus dijadikan sebagai *tool* utama dalam menjamin kelestarian sumber daya ikan beserta ekosistemnya. Beberapa simpulan tentang fungsi ekosistem terumbu karang yang terkait dengan sumber daya ikan, adalah sebagai berikut:

Terumbu karang merupakan ekosistem yang memiliki tingkat produktivitas sangat tinggi dan memiliki beragam sumber daya ikan yang memiliki potensi ekonomi tinggi.

Terumbu karang merupakan gudang penyediaan beragam sumber daya ikan karena memiliki fungsi sebagai tempat berlindung, *nursery ground*, *nesting* dan *spawning ground*, dan *feeding ground* bagi sumber daya ikan.

Sumber daya ikan ekosistem terumbu karang terdiri dari ikan karang, ikan pelagis kecil, moluska, echinodermata, polichaeta, krustasea, polychaeta, porifera dan berbagai biota lainnya yang hidup bebas di ekosistem terumbu karang.

Sumber daya ikan di ekosistem terumbu karang sangat memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap terumbu karang karena siklus hidupnya yang sebagian atau seluruhnya berlangsung di terumbu karang.

Produktivitas ikan pelagis, ikan karang, moluska, echinodermata, krustasea, polychaeta, porifera, dan berbagai biota perairan laut lainnya memiliki tingkat ketergantungan terhadap terumbu karang yang sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hadi dkk, 2012. Komposisi telur dan larva ikan pelagis pada perairan terumbu karang kawasan barat kepulauan karimunjawa Jepara. Prosiding forum nasional pemulihan dan konservasi sumberdaya ikan. KSI-PI 19.
- Anwar N, 2008. Karakteristik fisika kimia perairan dan kaitannya dengan distribusi serta kelimpahan larva ikan di pelabuhan ratu. Tesis IPB. Bogor.
- Allen, G. R., dan Steene R., 1994. Indo-Pacific Coral Reef Field Guide. Tropical Reef Research 378pp.
- Allen et al. 2005. Linking the global carbon cycle to individual metabolism. Functional Ecology. Department of Biology, University of New Mexico,
- Burke IC, Laurenroth WK., 2002. Burke L, Selig L, Spalding M. 2002. Terumbu karang yang terancam di Asia Tenggara. USA: WRI.
- Barnes & Hughes, 1999. An Introduction to Marine Ecology. 3rd ed. London: Blackwell Science Ltd.
- Castro P & Huber ME. 2005. *Marine Biology* Ed ke-5. New York: McGraw Hill International.
- Djarijah, A.S. (1995). Survey Manual For Tropical Marine Resources Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB). Australia. Jakarta: Kanisius English.
- Dahuri R, 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Asset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta Indonesia.
- English, S., Wilkinson, C. dan Baker, V., 1997. Survey Manual For Tropical Marine Resources. Australia: ASEAN – Australia Marine Science Project Living Coastal Resources.

- F. Fahmi, S. Supriharyono, and A. Ghofar., 2018. Hubungan Presentase Tututpan Karang Dengan Kelimpahan Ikan Karang di Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Jurnal MAQUARES vol.6;4, pp.333-338.* <https://doi.org/10.14710/marj.v6i4.21321>
- Freon et al., 2005. Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes a review. *Bulletin Marine of Science, University of Miami.*
- Fahrurrida dkk., 2014. Keanekaragaman famili ikan di zona intertidal Pantai Kukup, Gunung Kidul, Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 8.
- Hendrik A.W. Cappenberg (2017). Inventarisasi dan Sebaran Moluska di Terumbu Karang Perairan Pulau Bacan, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Unkhair Ternate.*
- Hubbard, 1997). The reef is a dynamic system. *Life and Death of Coral Reefs.* Chapman & Hall. New York: 43-67.
- Hakim A., 2009. Peranan Ikan Herbivore dan Lingkungan Pada Pembentukan Asosiasi Terumbu Karang dengan Makroalga di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Tesis IPB.*
- Ng, P.K.L. 2001. "Crabs". in Kent E. Carpenter & Volker H. Niem (Eds.). *FAO Species Identification Guide: The Living Marine Resources of The Western Pacific.* Rome: Food and Agriculture Organization. (*Charybdis Erriapus* p.1120)
- Nybakken JW. 1986. Biologi Laut suatu pendekatan ekologi. Diterjemahkan oleh M. Eidman, Koesbiono, D.G. Bengen, Malikusworo, Sukritsjono. Cetakan Pertama. PT. Gramedia.
- Nybaken, 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan M. Ediman, Koesoebiono, D.G Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo. Cetakan-2. PT. Gramedia.

- Puspitasari G, dkk., 2019. Melakukan kajian tentang Coral Reef Fish and Plankton Diversity toward Coral Reef Coverage in Panjang Island of Anak Krakatoa Mountain. Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati Vol. 6 No.1, hal. 45 – 49.
- Rohminotarto K dan Juwana S., 2004. Meroplankton laut. Larva hewan laut yang menjadi plankton. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2007. Biologi laut. Ilmu pengetahuan tentang biota laut. Djambatan. Jakarta. eds. Rev. cetakan ke-3. Hlm.:321- 332
- Safar Dody, Tjahyo Winanto, 2018. Status gastropoda pada ekosistem terumbu karang di pulau tidung kepulauan seribu. Jurnal ilmu kelautan dan kepulauan Vol.1 No.2. Unkhair Ternate
- Sumich JL, Dudley GH. 1992. *Laboratory and field investigations in marine biology*. Ed.5. Page. 213
- Sangaji M, 2001. Zonasi ekosistem terumbu karang di Teluk Kotania Pulau Seram Propinsi Maluku berdasarkan Indeks Kepekaan Lingkungan (Suatu kajian cell based modeling berbasis citra satelit dan GIS). IPB. Bogor.
- Widodo, J. et.al., 1994. Pedoman Teknis Perencanaan Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sumber Daya Ikan Pelagis Kecil Dan Perikanannya. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Zuschin, M.J., Hohengger and F.F. Steininger. 2000. A comparison of living and dead molluscs on the coral reef-associated hard substrate in the northern Red Sea-implications for the fossil record. Palaeoclimatology and Palaeoecology, 159:167-190.
- Zhong Y, Dong W. 1999. Zoological Studies. Jilid 38 hal.114
- Setiawan dkk, 2017. Pemutihan karang akibat pemanasan global Tahun 2016 terhadap ekosistem terumbu karang; studi kasus di TWP Gili Matra (Gili Air, Gili Meno dan Gili Trawangan) Provinsi NTB. Journal of Fishery and Marine Research, Vol.1 No.2, hal.39.54.



FUNGSI EKOSISTEM MANGROVE TERKAIT DENGAN SUMBER DAYA IKAN

Reinhardus Pentury, Frederika S. Pello, Yona A. Lewerissa dan Janson H. Pietersz

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan kelompok tumbuhan yang mampu hidup baik pada wilayah pesisir dengan karakteristik lingkungan yang selalu dipengaruhi oleh pasang surut, selalu mendapatkan suplai air tawar dan memiliki tipe substrat yang beragam (Tomlinson, 1986; Saparinto, 2007). Menurut Khow (2009), mangrove juga dapat ditemukan di sepanjang muara sungai, area yang banyak dipengaruhi oleh aliran sungai (*fluvio-marine*), atau area yang didominasi oleh faktor laut (*marino-fluvial*). Mangrove juga dapat disebut sebagai kelompok tumbuhan halofit, perdu, atau tumbuhan lain yang tumbuh di perairan payau sampai air asin pada garis pantai tropis dan subtropis (Mitsch dan Gosselink, 2000).

Adapun beberapa spesies endemik mangrove yang memiliki nilai jual yang sangat tinggi dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar seperti: ikan barramundi/kakap putih (*Lates calcarifer*); kepiting bakau (*Scylla* spp.); mangrove jack/kakap merah bakau (*Lutjanus argentimaculatus*), dan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) (Masithah et al., 2016). Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa, ekosistem mangrove memiliki manfaat tidak langsung sehingga berdampak pada peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat.

Perairan mangrove juga merupakan habitat dan tempat mencari makan bagi beberapa spesies ikan dan udang. Perairan pada ekosistem mangrove merupakan tempat mencari makan pada saat air laut pasang, baik untuk ikan komersial maupun non komersial (Nugraha et al., 2021).

Ekosistem mangrove juga sangat berperan penting dalam isu pemanasan global, di mana kanopi mangrove dapat dijadikan sebagai naungan bagi spesies-spesies perikanan yang berasosiasi dan kemampuan daya serap karbon oleh tumbuhan mangrove yang cukup tinggi menjadi solusi dalam mengurangi efek rumah kaca atau pemanasan global.

Perubahan iklim akibat pemanasan global akan sangat berpengaruh terhadap fisiologi dan tingkah laku individu, populasi maupun komunitas. Kondisi ekstrem dengan menaiknya suhu air, rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dan pH air dapat mengakibatkan kematian pada ikan (Syahailatua, 2008). Kapasitas penyerapan dan penyimpanan karbon di ekosistem mangrove ini tentunya dapat mengalami peningkatan atau penurunan tergantung luasan dan kondisi mangrove saat ini. Pada ekosistem mangrove yang sehat, simpanan karbon dapat dipertahankan. Sebaliknya penurunan simpanan karbon yang disebabkan oleh adanya alih fungsi lahan ataupun perusakan karena domestik lainnya akan berakibat pada kembalinya karbon di atmosfer (emisi). Oleh sebab itu kegiatan konservasi mangrove perlu dilakukan agar dapat membantu dalam mengontrol meningkatnya emisi yang dapat berdampak positif terhadap sumber daya perikanan (Kepel et al., 2019).

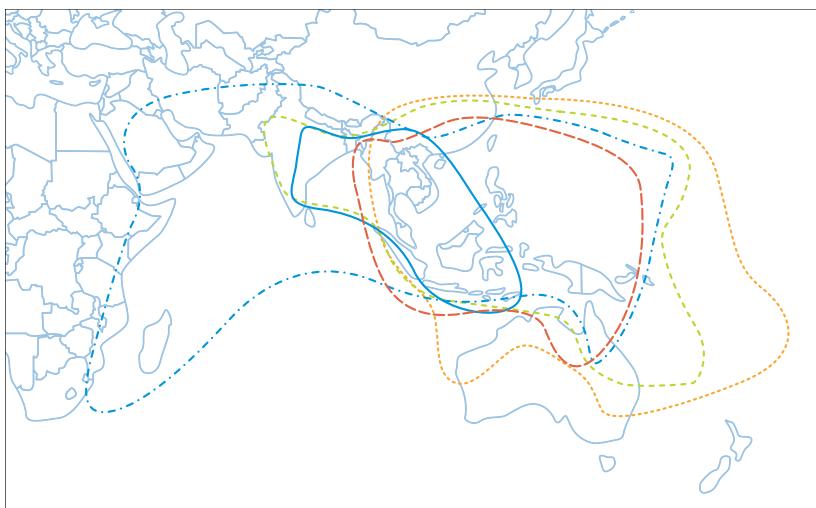
HASIL PENELITIAN EMPIRIS

1. Distribusi Jenis Mangrove

Dari 60 jenis mangrove yang ditemukan di dunia, kawasan Samudra Hindia bagian Utara dan kawasan Pasifik Barat Daya (Laut Merah sampai Jepang dan Indonesia) merupakan dua kawasan yang memiliki keanekaragaman jenis mangrove yang paling tinggi di dunia dengan jumlah jenis yang ditemukan sebanyak 44 jenis dan 38 jenis (Saenger et al., 1983 dalam Rusila et al., 1999). Di Indonesia total jenis mangrove yang dapat ditemukan sebanyak 69 jenis mangrove yang terdiri atas 47 jenis mangrove sejati dan 22 jenis mangrove ikutan (Rusila et al., 1999) (Lampiran 1).

Berdasarkan Rusila et al. (1999), mangrove yang tergolong dalam genus *Rhizophora* dapat ditemukan sebanyak 3 jenis di Indonesia yaitu: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora stylosa*. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian Setyawan et al. (2014), jenis mangrove yang tergolong dalam genus *Rhizophora* dapat ditemukan

sebanyak 5 jenis di wilayah Indo-Malyan yaitu: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora x lamarckii*, dan *Rhizophora x annamalayana* (Gambar 1). Berdasarkan data tersebut, dapat diperkirakan bahwa jumlah mangrove sejati yang ditemukan di Indonesia mencapai 49 jenis.



Gambar 1. Distribusi Jenis *Rhizophora spp.* di Wilayah Indo-Malyan (Diolah dari Setyawan et al., 2014).

Kehadiran jenis mangrove pada suatu area sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor pembatas seperti kondisi lingkungan yang beragam. Hal ini disebabkan karena setiap jenis mangrove memiliki relung nyata yang berbeda-beda, ada yang memiliki kisaran toleransi yang sempit dan ada yang memiliki kisaran toleransi yang luas (Odum, 1993). Secara sederhana, mangrove umumnya tumbuh dalam 4 zona, yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah yang memiliki sungai berair payau sampai hampir tawar (daerah payau), serta daerah ke arah daratan yang memiliki air tawar (Rusila et al., 1999).

Berdasarkan hasil penelitian pada pesisir Pantai Tial di Provinsi Maluku yang memiliki karakteristik ekosistem mangrove dengan tipe pertumbuhan mengikuti pesisir pantai dan merupakan area terbuka yang memiliki tipe substrat pasir berbatu, selalu mendapat pengaruh angin kencang serta gelombang pada saat periode muson timur. Pesisir Pantai Tial memiliki

kondisi mangrove yang sempit dan hanya ditemukan 6 jenis mangrove dengan jenis *Ceriops tagal* yang memiliki nilai kerapatan yang tinggi yaitu 6 indv/100m² (Pentury et al., 2020). Kondisi ini berbeda pada komunitas mangrove Pantai Waisisil, Teluk Saparua, Provinsi Maluku, yang memiliki area yang terlindung serta memiliki kawasan yang cukup luas sehingga bentuk zonasi mangrove dapat terlihat berdasarkan tiga tipe substrat yang ditemukan yaitu: berpasir, batuan karst, dan berlumpur. Di lokasi ini terdapat sebanyak 14 jenis mangrove dengan jenis *Rhizophora stylosa* yang memiliki nilai kerapatan tertinggi pada bagian depan yaitu 6,7 indv/100m² dan jenis *Ceriops tagal* yang memiliki nilai kerapatan tertinggi pada bagian belakang sebesar 7,4 indv/100m² (Pietersz, 2011).

Sedangkan pada pesisir selatan Provinsi Papua Barat, komposisi jenis mangrove secara keseluruhan terdiri atas 19 jenis mangrove sejati yang tergolong atas 6 famili. Pengambilan data mangrove pada pesisir selatan Provinsi Papua Barat dilakukan pada 5 kabupaten¹, yaitu: Kabupaten Kaimana, Kabupaten Fakfak, Kabupaten Bintuni, Kabupaten Sorong Selatan, dan Kabupaten Raja Ampat. Komposisi jenis pada setiap lokasi pengamatan sangat beragam serta jenis *Rhizophora mucronata* dan *Bruguiera gymnorhiza* merupakan jenis-jenis mangrove yang memiliki dominansi tertinggi jika dilihat dari Indeks Nilai Penting (INP) pada setiap stasiun pengamatan (Tabel 1). Banyaknya jenis mangrove sejati yang ditemukan pada pesisir selatan Provinsi Papua Barat sangat didukung dengan kondisi substrat berlumpur yang mendukung pertumbuhan mangrove, dimana di hampir semua lokasi pengamatan memiliki kondisi substrat berlumpur dan ditemukan hanya satu lokasi pengamatan yang memiliki substrat berpasir serta substrat berkarang (Heatubun et al., 2019).

¹ Berdasarkan UU No 29 Tahun 2022 tentang Pembentukan Provinsi Papua Barat Daya, Kabupaten Sorong Selatan dan Kabupaten Raja Ampat telah menjadi bagian dari Provinsi Papua Barat Daya, bukan lagi Provinsi Papua Barat

Tabel 1. Jumlah Jenis Mangrove, Jenis Dominan dan Tipe Substrat Pada Setiap Stasiun Pengamatan di Pesisir Selatan Provinsi Papua Barat

KABUPATEN	KAMPUNG	JUMLAH JENIS MANGROVE SEJATI		JENIS DOMINAN	INP TERTINGGI (%)	TIPE SUBSTRAT YANG DITEMUKAN
		JENIS	FAMILI			
Kaimana	Kambala	11	5	BG	54,59	Berlumpur
Fakfak	Air Besar	9	6	RM	85,33	Berlumpur
	Pahger Nkindik	6	3	BG	55,18	Berlumpur
	Mundoni	8	3	RM	76,95	Berlumpur
Bintuni	Modan Babo	10	4	RM	56,07	Berlumpur
Sorong	Mugim dan Nusa	7	3	BG	96,68	Berlumpur
Raja Ampat	Weilebet	6	3	RM	72,19	Berpasir serta Berkarang

Kondisi substrat pada hutan mangrove di Pantai Cengkrang, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur didominasi oleh tipe substrat berlumpur dan jumlah jenis mangrove yang dapat ditemukan sebanyak 12 jenis. Dominansi jenis mangrove pada tingkatan pohon sangat beragam pada setiap stasiun pengamatan, yaitu: pada stasiun I didominasi oleh jenis *Sonneratia alba* dengan INP sebesar 99,84 %; stasiun II didominasi oleh jenis mangrove *Avicennia alba* dengan INP sebesar 120,57 %, dan pada stasiun III oleh jenis *Lumnitzera racemosa* sebesar 132,4% (Mughofar et al., 2018). Kondisi substrat berlumpur pada seluruh stasiun pengamatan hutan mangrove di Desa Sungai Bakau Kecil, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat juga sangat mendukung kehadiran jenis mangrove yang cukup tinggi, yaitu sebesar 10 jenis, di mana jenis *Avicennia marina* memiliki INP tertinggi pada stasiun 1 sebesar 300%, stasiun 2 sebesar 115,48% dan stasiun 3 sebesar 300%. Sedangkan pada stasiun 4 didominasi oleh jenis *Nypa fruticans* dengan nilai INP sebesar 300% (Marini et al., 2018).

2. Luasan dan Kondisi Mangrove

Luasan mangrove di Indonesia sejak tahun 2019 sampai tahun 2021 telah mengalami peningkatan. Berdasarkan Peta Mangrove Nasional, yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2019 (Lampiran 2 dan Lampiran 3), terlihat bahwa total luas mangrove nasional sebesar

3,31 juta ha yang terdiri atas 80,74% luas mangrove dengan kondisi tutupan lebat dan sedang, serta 19,26% merupakan luas mangrove dengan kondisi tutupan jarang (Rahmanto, 2020). Sedangkan pada tahun 2021, luas hutan mangrove berdasarkan Peta Mangrove Nasional yang dirilis juga oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Lampiran 4), terlihat bahwa luasan mangrove di Indonesia sebesar 3,36 juta ha yang terdiri atas mangrove dengan tutupan lebat sebesar 93%, tutupan sedang sebesar 5% dan tutupan jarang 2% (Link: <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>).

Menurut Rihulay dan Papilaya (2022), luas hutan mangrove pada Teluk Ambon Dalam (Desa Passo, Desa Negeri Lama, Desa Nania dan Desa Waiheru), Provinsi Maluku, sejak tahun 1999 sampai tahun 2020 mengalami peningkatan luas dengan total penambahan luas mangrove sebesar 248.654 m² (Tabel 2).

Tabel 2. Luas mangrove di Teluk Ambon Dalam pada tahun 1999, 2004, 2009, 2016, dan 2020 (Rihulay dan Papilaya, 2022).

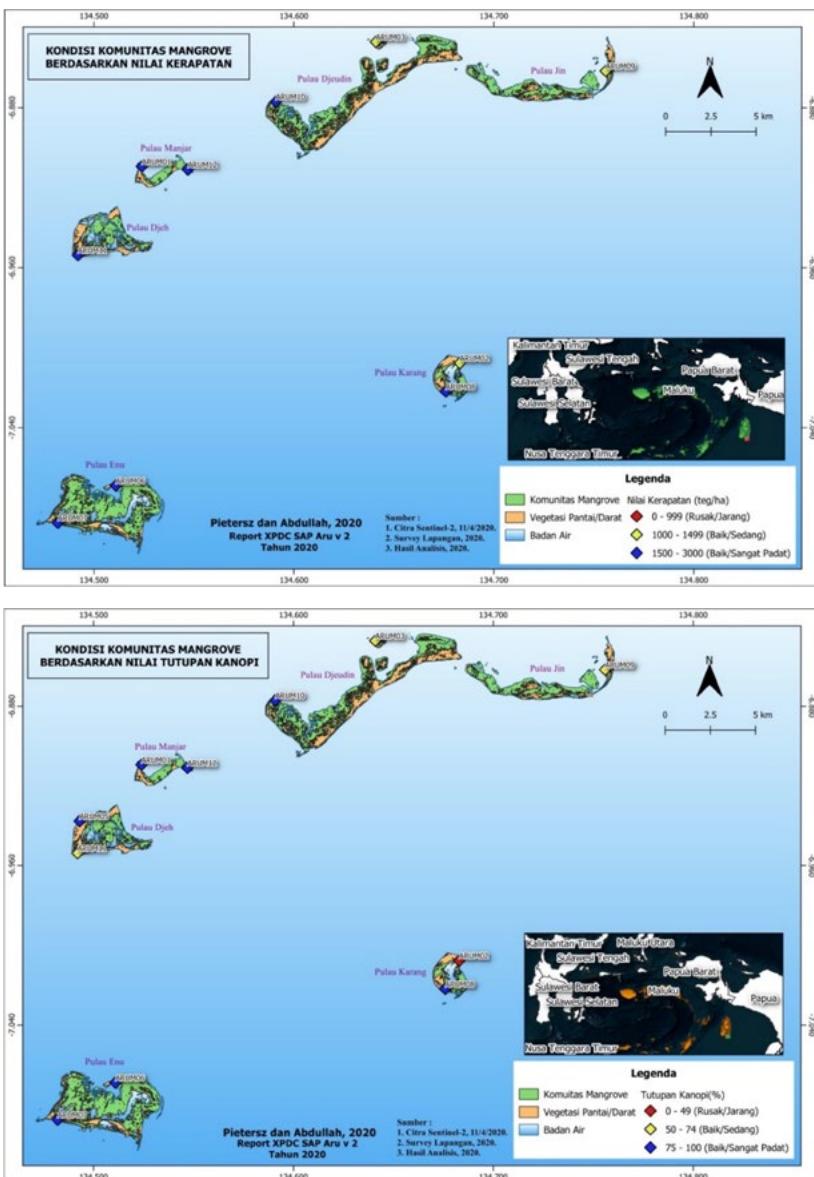
DESA	MANGROVE 1999		MANGROVE 2004		PERUBAHAN	
	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%
Passo	191.626	58,13	248.106	50,86	56.480	35,72
Nania	144	0,04	20.814	4,27	20.670	13,07
Waiheru	120.299	36,49	179.960	36,89	59.661	37,73
Negeri Lama	17.604	5,3	38.911	7,98	21.307	13,48
Total	329.673	100	487.791	100	158.118	100

DESA	MANGROVE 2004		MANGROVE 2009		PERUBAHAN	
	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%
Passo	248.106	50,86	232.377	46,62	-15.729	146,92
Nania	20.814	4,27	28.983	5,81	8.169	76,30
Waiheru	179.960	36,89	183.014	36,71	3.054	28,53
Negeri Lama	38.911	7,98	54.123	10,86	15.212	142,09
Total	487.791	100	498.497	100	10.706	100

DESA	MANGROVE 2009		MANGROVE 2016		PERUBAHAN	
	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%
Passo	232.377	46,62	226.007	43,13	-6.370	-24,91
Nania	28.983	5,81	33.100	6,32	4.117	16,10
Waiheru	183.014	36,71	182.381	34,80	-633	-2,48
Negeri Lama	54.123	10,86	82.580	15,76	28.457	111,29
Total	498.497	100	524.068	100	25.571	100

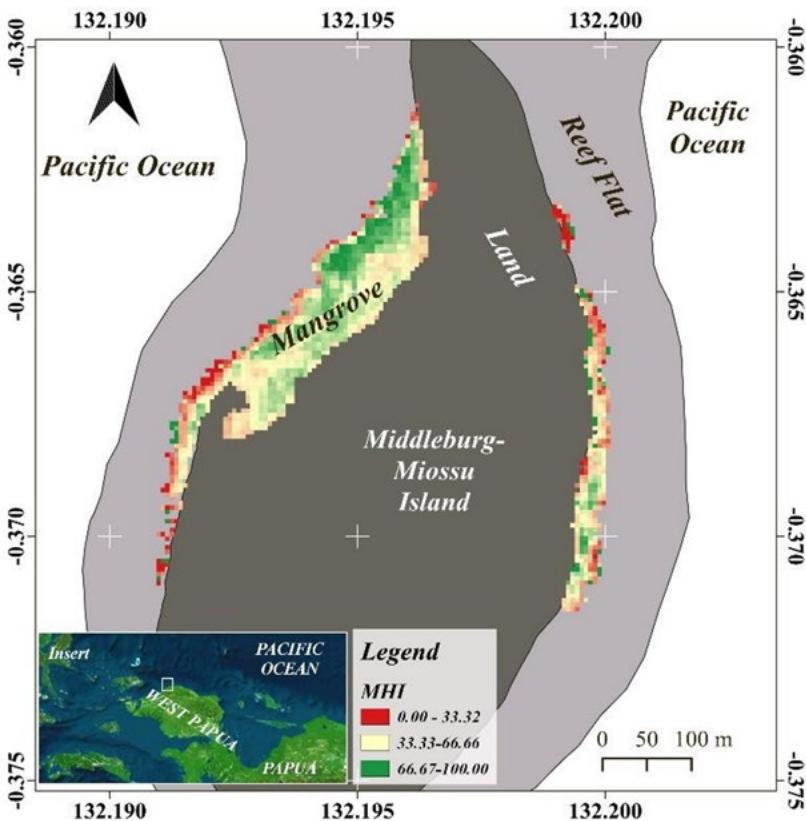
DESA	MANGROVE 2016		MANGROVE 2020		PERUBAHAN	
	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%	LUAS M ²	%
Passo	226.007	43,13	233.224	40,33	7.217	13,30
Nania	33.100	6,32	39.170	6,77	6.070	11,19
Waiheru	182.381	34,80	217.065	37,53	34.684	63,92
Negeri Lama	82.580	15,76	88.868	15,37	6.288	11,59
Total	524.068	100	578.327	100	54.259	100

Kondisi mangrove Pantai Negeri Tial di Kabupaten Maluku Tengah, memiliki luasan yang lebih sempit yaitu $\pm 0,53$ ha, memiliki kondisi mangrove yang masih sangat baik atau sehat dengan nilai kerapatan tergolong sangat padat (3191 ind/ha) dan tutupan kanopi 71,34 % yang tergolong sedang (Pentury et al., 2020). Hasil penelitian, yang dilakukan pada Suaka Alam Perairan (SAP) Kepulauan Aru Tenggara, Provinsi Maluku, menunjukkan bahwa kondisi mangrove masih baik dengan kerapatan mangrove yang tergolong padat dan sedang serta persen tutupan mangrove juga yang masih banyak tergolong dalam kondisi padat dan sedang (Gambar 2). Adanya tekanan dari aktivitas penebangan pohon mangrove yang masih sangat tinggi pada area tersebut dapat terlihat pada salah satu stasiun di Pulau Karang yang menunjukkan kondisi tutupan yang tergolong jarang. Kawasan mangrove pada SAP Aru Tenggara memiliki luasan mangrove total sebesar $\pm 2.878,9$ ha (Pietersz dan Abdullah, 2020). Produktivitas suatu perairan dapat didukung oleh kondisi tutupan kanopi mangrove pada area tersebut (Dharmawan et al., 2020).



Gambar 2. Peta hasil analisis tutupan kanopi dan kerapatan mangrove pada SAP Aru Tenggara (Pietersz dan Abdullah, 2020).

Kondisi mangrove berdasarkan nilai MHI (Mangrove Health Index) pada Pulau Middleburg-Miossu, Papua Barat menunjukkan bahwa sebagian besar mangrove di Pulau Middleburg-Miossu tergolong dalam kondisi mangrove yang masih tergolong baik/sehat (Gambar 3), dimana hanya 3,53 % atau 0,57 ha yang merupakan area mangrove yang tergolong buruk. Sedangkan area mangrove sebesar 55,73% (8,98 ha) masih tergolong dalam kondisi sedang dan 40,74% (6,56 ha) luas area mangrove yang juga masih tergolong sangat baik (Nurdiansah dan Dharmawan, 2021).



Gambar 3. Interpolasi nilai MHI mangrove Middleburg-Miossu berdasarkan model prediksi terbaik gabungan NBR, GCI, SIPI, dan ARVI (Nurdiansah dan Dharmawan, 2021).

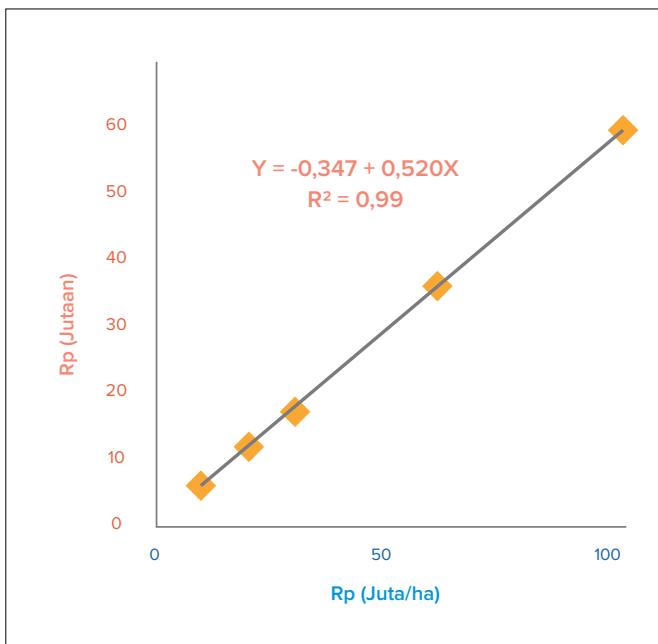
3. Hubungan Ekosistem Mangrove dan Sumber Daya Perikanan

Ekosistem mangrove merupakan habitat bagi berbagai macam sumber daya perikanan sehingga ekosistem mangrove memiliki hubungan yang sangat erat dengan sumber daya perikanan, di mana kerusakan mangrove dapat menyebabkan menurunnya produksi perikanan atau kelimpahan dari sumber daya perikanan yang hidup dan berasosiasi pada ekosistem mangrove tersebut. Menurut Sukardjo (2004), berdasarkan hasil penelitian oleh beberapa peneliti di sejumlah negara, seperti Indonesia (1977), Malaysia (1982), Australia (1985), Filipina (1989), dan negara lainnya, tentang hubungan hasil tangkapan udang atau ikan di dekat pantai dan kawasan mangrove, menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut memiliki nilai korelasi positif (Tabel 3).

Tabel 3. Hubungan antara hasil tangkapan udang/ikan dan kawasan mangrove (Sukardjo, 2004).

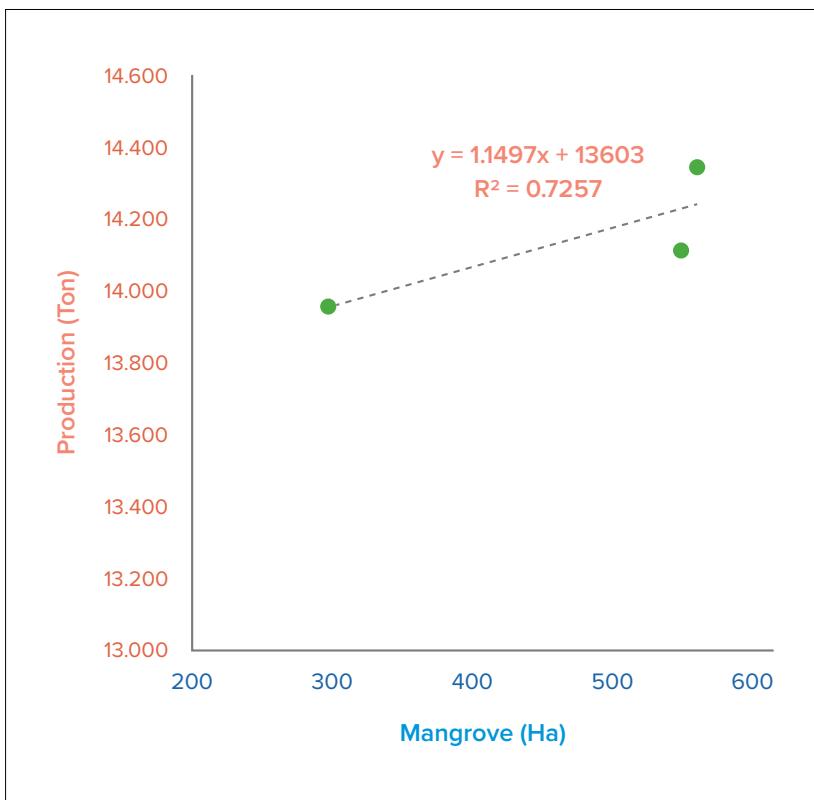
LOKASI STUDI	FORMULA	SUMBER	KETERANGAN VARIABEL
Indonesia	$Y = 0.1128 X + 5.473$ $(r^2 = 0.79, n = NA)$	Martosubroto dan Naamin, 1977	$Y = \text{Produksi udang (x 1000 ton)}$ $X = \text{Luasan mangrove area (x 10,000 ha)}$
Filipina	$Y = 0,8648X + 0.0991$ $(1^a = 0.66^a = 17)$	Paw dan Chua, 1989	$Y = \log 10 \text{ dari hasil tangkapan udang penaeid (tons)}$ $X = \log 10 \text{ dari luas mangrove}$
38 daerah di dunia	$\log 10\text{MSY} = 0.4875$ $\log\text{AM}-0.0212L + 2.41$	Pauly dan Ingles, 1986	MSY = Maximum Sustainable Yield of penaeids AM = Area of mangroves (luasan mangrove) L = Degrees of latitude (lintang)
Australia	$Y = 1.074X + 218.3$ $(r^2 = 0.58, n = 6)$	Staples et al., 1985	$Y = \text{Hasil tangkapan udang Penaeus merguiensis (ton)}$ $X = \text{Panjang garis pantai wilayah mangrove (km)}$
Timur Laut Teluk Meksiko dan Louisiana	$Y = 1.96X - 4.39$ $(r^2 = 0.92, n = 7)$	Turner, 1977	$Y = \text{Persentase tangkapan Penaeus aztecus}$ $X = \% \text{ tanaman salinitas tinggi di dalam satu unit wilayah hidrologis}$
Teluk Meksiko	$\ln Y = 0.496\ln X + 6.070$ $(r^2 = 0.48, n = 10)$	Yancz-Aran-cibia et al., 1985	$Y = \text{Hasil tangkapan ikan (ton)}$ $X = \text{Luas rawa air laut dalam km}^2$

Peningkatan luasan kawasan mangrove pada pesisir Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan, dapat berkontribusi dalam menunjang peningkatan produksi perikanan yang dihasilkan pada kawasan tersebut. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai positif dengan nilai $Y = -0.347 + 0.520X$ (Gambar 4), yang artinya setiap peningkatan 1% luasan ekosistem mangrove atau 100 m² akan terjadi peningkatan nilai manfaat ekosistem mangrove sebesar Rp 520.000,- dengan nilai $R^2 = 0,99$ (Sambu et al., 2018).



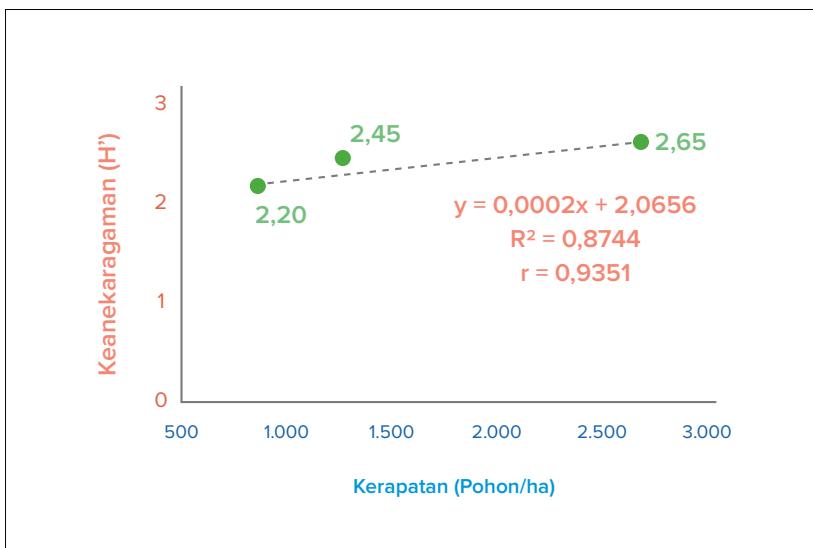
Gambar 4. Hubungan Luasan mangrove dan hasil produksi perikanan pada pesisir Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan (Sambu et al., 2018).

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara luas kawasan mangrove dengan total produksi perikanan tangkap sejak tahun 1995, 2005, dan 2015 pada Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat, juga menunjukkan bahwa, nilai R^2 sebesar 0,7257 lebih besar dari 0,5, yang artinya hubungan kedua variabel tersebut memiliki nilai korelasi positif (Gambar 5). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa luas hutan mangrove meningkatkan produksi perikanan tangkap di Kabupaten Karawang. Biota perikanan yang memiliki hubungan yang sangat terlihat dengan luasan kawasan mangrove Kabupaten Karawang yaitu belanak, udang bopeng, udang vanamei, dan rajungan (Nugraha et al., 2021).



Gambar 5. Hubungan hasil produksi perikanan dan luasan mangrove sejak tahun 1995, 2005 dan 2015 di Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat (Nugraha et al., 2021).

Hasil regresi antara kerapatan mangrove dengan keanekaragaman jenis ikan pada Teluk Kulisusu, Kabupaten Buton Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara, menunjukkan nilai $y = 0,0002x + 2,0656$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,8744$ atau 87,44 % (Gambar 6), sehingga dapat diartikan bahwa keanekaragaman jenis ikan di perairan Teluk Kulisusu sangat dipengaruhi oleh kerapatan mangrove atau menggambarkan hubungan positif antara kedua parameter (Dudi et al., 2016).



Gambar 6. Hubungan kerapatan mangrove dan kerapatan jenis ikan pada perairan Teluk Kulisusu, Kabupaten Buton Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara (Dudi et al., 2016).

Luasan mangrove dan kondisi tutupan mangrove juga sangat berpengaruh terhadap sumber daya ikan. Hal ini dapat terlihat pada hasil penelitian di perairan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku bahwa luasan mangrove Teluk Kotania yang mencapai 1.020,26 ha dengan kondisi tutupan mangrove yang masih sangat baik yaitu 81,6%, dapat memberikan peran yang sangat besar terhadap produktivitas perairan Teluk Kotania, di mana dapat ditemukannya 63 spesies ikan mangrove dari 312 jumlah keseluruhan spesies ikan pada perairan Teluk Kotania serta juga terlihat dari nilai asosiasi ekosistem ikan mangrove yang masih sesuai dan nilai keterkaitan ekologi yang juga masih sangat erat hubungannya sebesar 100% (Tabel 4). Luasan mangrove dan kondisi tutupan yang masih sangat baik ini masih dapat terancam keberadaannya karena masih tingginya aktivitas pemanfaatan mangrove sebagai kayu bakar dan bahan bangunan oleh masyarakat sekitar. Luasan mangrove Teluk Kotania diestimasi telah mengalami kemunduran sebesar 90 ha (Huliselan et al., 2019).

Tabel 4. Keterkaitan ekologi menurut asosiasi kelompok ikan di ekosistem utama Teluk Kotania, Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku (Huliselan et al., 2019)

JENIS IKAN	JUMLAH SPECIES	TINGKAT ASOSIASI JENIS-JENIS IKAN						
		TERUMBUT KARANG	VEA _{CR}	PADANG LAMUN	VEA _{SB}	MANGROVE	VEA _M	VEL
Ikan karang	196	296	1	24	1	36	1	3
Ikan lamun	53	26	1	53	1	30	1	3
Ikan mangrove	63	15	1	27	1	63	1	3
Total	312	237	3	109	3	129	3	9
Percentage %		76,10	33,33	34,94	33,33	41,35	33,33	100

Note: Vea (*Value of Ecosystem Association*); Vel (*Value of Ecological Linkages*); cr (*coral reef/ terumbu karang*); sb (*seagrass bed/ padang lamun*); m (*mangrove*).

4. Fungsi Mangrove Terhadap Sumber Daya Ikan

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin keberlangsungan hidup organisme akuatik yang berada pada wilayah pesisir (Sambu et al., 2018). Karakteristik lokasi mangrove di Indonesia pada setiap provinsi sangat beragam, tetapi memiliki fungsi mangrove yang sama yaitu sebagai habitat ikan, sumber produktivitas, dan mitigasi perubahan iklim (*climate change*).

Hutan mangrove merupakan salah satu habitat penting bagi komunitas ikan, di mana digunakan sebagai tempat mencari makan, tempat perlindungan, tempat pembesaran (*nursery ground*), dan tempat pemijahan (*spawning ground*). Hal ini dapat terlihat pada hasil penelitian iktiofauna di habitat mangrove Pantai Waiheru, Teluk Ambon Dalam, Provinsi Maluku, bahwa dari 17 spesies ikan yang ditemukan di setiap lokasi sampling terdapat kelompok ikan yang tergolong dalam ikan dewasa dengan nilai persentase sebesar 70,59%, pra dewasa sebesar 17,65% dan juvenil 11,76% (Tabel 5). Fenomena ini membuktikan bahwa fungsi mangrove Pantai Waiheru dijadikan sebagai daerah asuhan dan pembesaran bagi ikan-ikan fase juvenil dan pra dewasa, sementara ikan-ikan berukuran dewasa

yang ditemukan diduga menjadikan ekosistem mangrove Pantai Waiheru sebagai tempat mencari makan maupun aktivitas pemijahan. Spesies ikan yang ditemukan juga merupakan spesies khas mangrove seperti dari famili Carangidae, Gerreidae, Terapontidae, dan Leiognathidae (Latuconsina, 2021).

Tabel 5. Frekuensi kehadiran dan fase hidup iktiofauna habitat mangrove di Waiheru, Teluk Ambon Dalam (Latuconsina, 2021).

NO	SPESIES	FASE HIDUP	FREKUENSI KEHADIRAN (%)
1	<i>Caranx sexfasciatus</i> (Quoy & Gaimard,1825)	Juvenil	20
2	<i>Carangoides oblongus</i> (Cuvier, 1833)	Juvenil	10
3	<i>Selar boops</i> (Cuvier, 1833)	Dewasa	10
4	<i>Selaroides leptolepis</i> (Cuvier, 1833)	Dewasa	10
5	<i>Rastrelliger kanagurta</i> (Cuvier,1816)	Dewasa	10
6	<i>Gazza minuta</i> (Bloch,1795)	Pra Dewasa	50
7	<i>Leognathus equulus</i> (Forsskal,1775)	Pra Dewasa	10
8	<i>Secutor ruconius</i> (Hamilton,1822)	Pra Dewasa	10
9	<i>Terapon jarbua</i> (Forsskal,1775)	Dewasa	30
10	<i>Pelates quadrilineatus</i> (Bloch,1790)	Dewasa	60
11	<i>Acentrogobius nebulosus</i> (Forsskål, 1775)	Dewasa	10
12	<i>Gerres filamentosus</i> (Cuvier, 1829)	Dewasa	30
13	<i>Gerres erythrourus</i> (Bloch, 1791)	Dewasa	10
14	<i>Nemipterus hexodon</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Dewasa	30
15	<i>Scolopsis taenioptera</i> (Cuvier, 1830)	Dewasa	10
16	<i>Heteroprianthus cruentatus</i> (Lacepede,1801)	Dewasa	10
17	<i>Herklotischthys quadrimaculatus</i> (Rüppell, 1837)	Dewasa	30

Catatan: Frekuensi kehadiran dihitung dengan jumlah petak ditemukannya suatu spesies dibagi jumlah seluruh petak pengamatan.

Hasil analisis sumber daya ikan mangrove di Teluk Tuhaba, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku, menunjukkan bahwa dari 67 spesies ikan mangrove yang ditemukan terdapat 35 spesies ikan (52,2%) hidup di habitat terumbu karang dan 32 spesies (47,8%) hidup di perairan dangkal berpasir, berlumpur dan habitat bervegetasi lamun atau alga. Kedua kelompok ikan

ini hanya bermigrasi ke daerah mangrove selama periode pasang untuk tujuan berlindung, mencari makan ataupun memijah (Sahetapy, 2018). Pada ekosistem mangrove Negeri Waai di kabupaten yang sama juga terlihat bahwa dari 16 spesies ikan yang tertangkap 85-95% tergolong dalam ukuran juvenile dan pra dewasa (Pelupessy dan Arini, 2016).

Ekosistem mangrove juga berperan penting bagi sumber daya perikanan yaitu sebagai sumber utama produktivitas perairan pesisir secara tidak langsung. Serasah yang berasal dari guguran daun, buah, dan ranting mangrove merupakan sumber hara yang potensial pada ekosistem tersebut (Bengen, 2002). Menurut Kusmana (2011), secara garis besar proses rantai makanan pada ekosistem mangrove diawali dengan produksi karbohidrat dan karbon oleh tumbuhan mangrove melalui proses fotosintesis. Selanjutnya, serasah yang berasal dari guguran daun/buah diuraikan oleh amphipoda dan kepiting pada saat mencari makan. Setelah itu proses dekomposisi berlangsung oleh mikroba dan fungi terhadap bahan organik daun/buah dan kemudian partikel-partikel organik yang mengendap pada dasar perairan digunakan oleh detritivora. Selanjutnya, proses saling makan-memakan antara organisme biotik akan terus berlangsung sampai berakhir pada karnivor tingkat tinggi.

Semakin tinggi produksi serasah maka akan semakin tinggi pula produktivitas perairan pada area hutan mangrove, sehingga dengan melestarikan keberadaan mangrove berarti memperbesar potensi perikanan yang ada di daerah tersebut (Yuliana et al., 2013). Ada berbagai spesies yang ditangkap di hutan mangrove dan sekitarnya dengan lebih dari 70 spesies, namun spesies bernilai komersial sangat terbatas seperti ikan kakap, kerapu, dan ikan teri (Sukardjo, 2004).

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Adapun beberapa variabel penentu terkait topik ini dapat dilihat pada Tabel 6. Variabel-variabel penentu seperti keanekaragaman jenis mangrove yang masih sangat tinggi dan luasan mangrove yang masih sangat luas dengan kondisi mangrove yang masih sangat sehat/baik seperti saat ini dapat berperan penting dalam menjaga kestabilan fungsi ekologi mangrove terhadap sumber daya ikan yang tetap baik, sehingga dapat berdampak positif terhadap produksi perikanan dan ketersediaan stok ikan. Akan tetapi variabel-variabel penting

tersebut dapat terganggu atau rusak dengan adanya aktivitas pemanfaatan seperti penebangan dan alih fungsi lahan yang masih terjadi sampai saat ini, sehingga dapat memberikan dampak negatif dengan menurunnya produksi perikanan karena hilangnya habitat ikan.

Tabel 6. Variabel-variabel Penentu

BERDAMPAK POSITIF		
NO	VARIABEL	DAMPAK DAN KELEBIHAN
1	Keanekaragaman jenis mangrove	Keanekaragaman jenis mangrove yang ditemukan di Indonesia masih sangat tinggi. Semakin tinggi keragaman jenis, semakin sehat ekosistem mangrove, semakin baik fungsi ekologinya bagi sumber daya ikan
2	Luasan mangrove	Semakin besar luas mangrove, semakin baik fungsi ekologinya bagi sumber daya ikan
3	Kondisi mangrove	Kondisi mangrove di Indonesia masih tergolong kondisi yang sehat dengan persentase luasan terbesar masih tergolong baik/lebat. Semakin baik kondisi mangrove, semakin tinggi fungsi ekologinya bagi sumber daya ikan
BERDAMPAK NEGATIF		
NO	VARIABEL	DAMPAK DAN KEKURANGAN
1	Aktivitas pemanfaatan	Aktivitas pemanfaatan seperti penebangan dan alih fungsi lahan terhadap ekosistem mangrove dapat memberikan dampak penurunan luasan dan rusaknya mangrove.

KESIMPULAN

- Ditemukan 49 jenis mangrove sejati di Indonesia.
- Luasan mangrove di Indonesia pada tahun 2021 mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya dengan kondisi mangrove masih tergolong baik/sehat.
- Ekosistem mangrove sangat berperan penting sebagai tempat berlindung, mencari makan dan memijah bagi sebagian besar sumber daya ikan.
- Produksi perikanan akan meningkat seiring dengan meningkatnya luasan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Bengen, D. G. 2002. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. PKSPL-IPB, Bogor.
- Dahuri R, Rais J, Ginting S.P, dan Sitepu M.J. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*.PT. Pradnya Pramita. Jakarta.
- Dharmawan, I. W. E., Suyarso, S., Ulumudin, Y. I., Prayudha, B., & Pramudji, P. (2020). Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia. PT Media Sains Nasional.
- Dudi, R., M. Tadjuddah, M. Ramli,. 2016. Keragaman Mangrove Terhadap Sumberdaya Ikan Pada Ekosistem Mangrove Teluk Kulisusu kabupaten Buton Utara. Manajemen Sumber Daya Perairan 1(4):367-275.
- Heatubun, C.D., J.F. Wanma, O.P. Matani, E. Batorinding, A. F. Wanma,. 2019. Laporan Struktur dan Komposisi Jenis mangrove, Ekspedisi Mangrove Papua Barat (Kainama; Fakfak; Bintuni; Sorong Selatan & Raja Ampat). Badan Litbang Prov. Papua Barat dan Universitas Papua, Papua Barat.
- Huliselan, N.V., M. Wawo, M. A. Tuapattinaja, D. Sahetapy,. 2019. Management of demersal fish of Kotania Bay, Western Part of Seram, Maluku Province, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Enveriomental Science 339: 1-4.
- Karima,. 2017. Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. Biologi Tropis 17(2):52-57.
- Kepel, T.L., R.N. Ati, A. Rustam, Y.P. Rahayu, M. A. Kusumaningtyas, A. Daulat, D.D. Suryono, N. Sudirman, N.S. Adi, D.M. H. Mantiri, A. A. Hutahaean,. 2019. Cadangan Karbon Ekosistem Mangrove Di Sulawesi Utara dan Implikasinya Pada Aksi Mitigasi Perubahan Iklim. Jurnal Kelautan Nasional 14(2):87-94.
- Khaw, A. S. 2009. Metode dan Analisis Kuantitatif dalam Bioekologi Laut. P4L, Jakarta.
- Latuconsina, H. 2021. Iktiofauna Habitat Mangrove, Pantai Waiheru Teluk Ambon Dalam. Journal of Empowerment Community and Education 1(4):310-318.
- Marini,. A. A. Kushadiwijayanto, Y. A. Nurrahman,. 2018. Struktur Komunitas Hutan Mangrove di Desa Sungai Bakau Kecil Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. Jurnal Laut Khatulistiwa 1(3):73-80.

- Mitsch, J. W., J. G. Gosselink,, 2000. *Wetlands, Third Edition*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Mughofar, A., M. Masykuri, P. Setyono,, 2018. Zonasi dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkrong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 8(1):77-85.
- Nugraha, Y. A., Sulistiono, H. A. Susanto, C. P. H. Simanjuntak, D. M. Wildan,, 2021. *Mangrove Ecosystem Related to Fisheries Productivity in The Coastal Area of Karawang Regency, West Java, Indonesia*. IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science 800.
- Nurdiansah, D., I. W. E. Dharmawan,, 2021. Struktur Komunitas dan Kondisi Kesehatan Mangrove Di Pulau Middleburg-Misso, Papua Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 13(1):81-96.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi: Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pelupessy, L., I. Arini,. 2016. Keseragaman Jenis-Jenis Ikan Pada Komunitas Mangrove Desa Waai Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. Biopendix 3(1):1-8.
- Pentury, R., J. H. Pietersz, M. A. Tuapattinaja, F. S. Pello, N. V. Huliselan, M. Hulopi, Ch. I. Tupan,, 2020. Potensi Komunitas Mangrove Pantai Tial Kabupaten Maluku Tengah. Triton 16(2): 68-76.
- Pietersz, J. H. 2011. Kajian Pemanfaatan dan Pengelolaan Hutan Mangrove Pada Pantai Waisisil Negeri Tiouw Pulau Ambon Saparua Kabupaten Maluku Tengah. Skripsi FPIK UNPATTI, Ambon.
- Pietersz, J. H., N. M. Abdullah,, 2020. Status Habitat dan Ekosistem di Suaka Alam Perairan Kepulauan Aru Bagian Tenggara: Ekosistem Mangrove. Report XPDC SAP Aru v2. Hal: 77-84.
- Rahmanto, B. D. 2020. Peta Mangrove Nasional dan Status Ekosistem Mangrove di Indonesia. Webinar “Development for Mangrove Monitoring Tools in Indonesia”. Jakarta.
- Rihulay, T. D., F.S. Papilaya,. 2022. Analisis Perubahan Luas Tutupan Lahan Mangrove di Teluk Ambon Dalam Menggunakan OBIA. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology* 4(1):7-12.
- Rusila Noor, Y., M. Khazali, dan I.N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP, Bogor.

- Sahetapy, D. 2018. Rancang Bangun dan Tata Kelola Teluk Tuhaha Sebagai Kawasan Konservasi. Disertasi Pascasarjana UNPATTI, Ambon.
- Sambu, A. H., I. S. Sribianti, A. Chadijah,. 2018. Model Pengelolaan Mangrove Berbasis Ekologi dan Ekonomi. Inti Mediatama, Makassar.
- Saparinto, C. 2007. Pendayagunaan Ekosistem Mangrove. Dahara Prize, Semarang.
- Setyawan, A. D., Y. I. Ulumuddin, P. Ragavan,. 2014. Review: *Mangrove Hybrid of Rhizophora and its Parental Species in Indo-Malayan Region*. Nusantara Bioscience 6(1): 69-81.
- Sukardjo, S. 2004. *Fisheries Associated With Mangrove Ecosystem in Indonesia: A View Form a Mangrove Ecologist*. Biotropia (23): 13-39.
- Syahailatua, A. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perikanan. Oseana 32(2):25-32.
- Thomlinson, P. B. 1986. *The Botany of Mangroves, Cambridge Tropical Biology Series*. Cambridge University Press, Melbourne.
- Yuliana, D., J. Hutabarat, R. Pribadi, J. Suprijanto,. 2015. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Potensi Perikanan Pantai di Pemalang. Semnaskan-UGM/Poster MSP (pMs-03).

LAMPIRAN

1. Tabel Jenis-Jenis mangrove sejati dan mangrove ikutan di Indonesia serta sinonimnya (Rusila et al., 1999).

MANGROVE SEJATI	SINONIM
<i>Acanthus ebracteatus</i>	
<i>Acanthus ilicifolius</i>	<i>A. neo-guineensis</i>
<i>Acrostichum aureum</i>	<i>Chrysodium aureum</i> , <i>C. inaequale</i> , <i>C. vulgare</i> , <i>Acrostichum spectabile</i> , <i>A. inaequale</i> , <i>A. obliquum</i>
<i>Acrostichum speciosum</i>	<i>Chrysodium speciosum</i>
<i>Aegialitis annulata</i>	<i>Aegialites annulate</i>
<i>Aegiceras corniculatum</i>	<i>A. majus</i> , <i>A. fragrans</i>
<i>Aegiceras floridum</i>	<i>A. nigricans</i>
<i>Amyema anisomeres</i>	
<i>Amyema gravis</i>	<i>Loranthus obovatus</i>
<i>Amyema mackayense</i>	<i>Loranthus mackayensis</i> , <i>Amyema cycnei-sinus</i> , <i>L. cycneisinus</i> , <i>A. mackayense</i> ssp. <i>cycnei-sinus</i>
<i>Avicennia alba</i>	<i>A. marina</i> var. <i>alba</i>
<i>Avicennia eucalyptifolia</i>	<i>A. officinalis</i> var. <i>eucalyptifolia</i>
<i>Avicennia lanata</i>	
<i>Avicennia marina</i>	<i>A. intermedia</i> , <i>A. mindanaense</i>
<i>Avicennia officinalis</i>	<i>A. tomentosa</i>
<i>Bruguiera cylindrica</i>	<i>B. caryophylloides</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>Mangium minus</i> , <i>M. caryophylloides</i> , <i>Rhizophora cylindrica</i> , <i>R. caryophylloides</i> , <i>R. ceratophylloides</i> , <i>Kanilia caryophylloide</i>
<i>Bruguiera exaristata</i>	
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	<i>B. capensis</i> , <i>B. conjugata</i> , <i>B. cylindrica</i> , <i>B. gymnorhiza</i> , <i>B. rheedii</i> , <i>B. rhumpii</i> , <i>B. wightii</i> , <i>B. zippelii</i> , <i>Mangium celsum</i> , <i>M. minus</i> , <i>Rhizophora gymnorhiza</i> , <i>R. palun</i> , <i>R. rheedii</i> , <i>R. tinctoria</i> , <i>Rhizophora caryophylloides</i>
<i>Bruguiera hainessii</i>	
<i>Bruguiera parviflora</i>	<i>B. ritchiei</i> , <i>Rhizophora parviflora</i> , <i>R. cylinrica</i> , <i>Kanilia parviflora</i>
<i>Bruguiera sexangula</i>	<i>B. eriopetala</i> , <i>B. sexangularis</i> , <i>B. australis</i> , <i>B. parietosa</i> , <i>B. angulata</i> , <i>B. oxyphylla</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>B. cylindrica</i> , <i>Mangium digitatum</i> , <i>Rhizophora sexangula</i> , <i>R. polyandra</i> , <i>R. plicata</i> , <i>R. australis</i> , <i>R. eriopetala</i> , <i>Neesia altissima</i> , <i>Cumingia philippinensis</i>

MANGROVE SEJATI	SINONIM
<i>Campstemon philippinense</i>	<i>C. aruense</i>
<i>Campstemon schultzii</i>	<i>C. roxburgiana, C. zippeliana, Bruguiera decandra, Rhizophora gromerulata, R. decandra</i>
<i>Ceriops decandra</i>	<i>C. candelleana, C. pauciflora, C. forsteniana, C. boviniana,</i>
<i>Ceriops tagal</i>	<i>C. lucida, C. timoriensis, C. somalensis, Rhizophora tagal, R. timoriensis, R. candel</i>
	<i>Stillingia agallocha</i>
<i>Excoecaria agallocha</i>	<i>Dicerolepis paludosa</i>
<i>Gymnanthera paludosa</i>	
<i>Heritiera globosa</i>	<i>H. minor, Balanopteris minor, B. tothila</i>
<i>Heritiera littoralis</i>	<i>Rhizophora candel, K. rheedei</i>
<i>Kandelia candel</i>	<i>L. coccinea, Problastes cuneifolia, Pyrrhantus littoreus, Laguncularia purpurea</i>
<i>Lumnitzera littorea</i>	<i>L. racemosa, Languncularia rosea, Lumnitzera rosea,</i>
<i>Lumnitzera racemosa</i>	<i>Petaloma alba, L. racemosa var. pubescens</i>
<i>Nypa fruticans</i>	<i>N. fruticans</i>
<i>Osbornia octodonta</i>	
<i>Phemphis acidula</i>	
<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Mangium candelarium, R. mangle, R. candelaria, R. conjugate</i>
<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>R. mangle, R. macrorrhiza, R. longissima, R. latifolia, R. mucronata var. typica</i>
<i>Rhizophora stylosa</i>	<i>R. mucronata var. stylosa</i>
<i>Sarcolobus globosa</i>	<i>S. banksii</i>
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	<i>H. minor, Balanopteris minor, B. tothila, Ixora manila, S. hydrophyllacea</i>
<i>Sonneratia alba</i>	<i>S. griffithii, S. mossambicensis, S. caseolaris, S. iriomotensis, Mangium caseolare album, Rhizophora caseolaris Chiratia leucantha.</i>
<i>Sonneratia caseolaris</i>	<i>S. acida, S. pagatpat, S. rubra, S. ovalis, S. neglecta, S. evenia, S. lanceolata, S. obovata, Mangium caseolare rubrum, Rhizophora caseolaris, Aubletia caseolaris, Blatti caseolaris, B. pagatpat</i>

MANGROVE SEJATI	SINONIM
<i>Sonneratia ovata</i>	<i>S. alba</i>
<i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Carapa abovate, C. granatum</i>
<i>Xylocarpus mekongensis</i>	<i>Xylocarpus australasicus</i>
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	<i>Carapa moluccensis</i>
<i>Xylocarpus rumphii</i>	

MANGROVE IKUTAN	SINONIM
<i>Barringtonia asiatica</i>	<i>B. speciosa</i>
<i>Callophyllum inophyllum</i>	
<i>Calotropis gigantea</i>	
<i>Cerbera manghas</i>	<i>C. lactaria</i>
<i>Clerodendrum inerme</i>	
<i>Derris trifoliata</i>	<i>D. heterophylla, D. uliginosa, Dalbergia heterophylla</i>
<i>Finlaysonia maritima</i>	
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	<i>Novella repens, N. rubra</i>
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	<i>I. maritima, I. brasiliensis, I. biloba, Convolvulus bilobatus, C. brasiliensis, C. maritima, C. maritimus, C. pes-caprae, Soldanella marina indica.</i>
<i>Melastoma candidum</i>	<i>M. affine, M. malabathricum, M. palyanthum</i>
<i>Morinda citrifolia</i>	
<i>Pandanus odoratissima</i>	
<i>Pandanus tectorius</i>	
<i>Passiflora foetida</i>	
<i>Pongamia pinnata</i>	<i>P. glabra</i>
<i>Ricinus communis</i>	<i>R. inermis, R. speciosus, R. viridis, Croton spinosa L.</i>
<i>Scaevola taccada</i>	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	<i>Crithmum indicus, Portulaca portulacastrum, S. repens, Trianthema polyandrum, Pyxipoma polyandrum, S. polyandrum.</i>
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	<i>S. marginata, S. pilosiuscula, S. villosa, S. urticifolia, Verbena indica, V. jamaicensis</i>
<i>Terminalia catappa</i>	<i>T. moluccana, T. latifoilia, T. catappa var. macrocarpa, rhodocarpa, dan chlorocarpa, T. mauritiana, Myrobalanus catappa</i>
<i>Thespesia populnea</i>	<i>T. macrophylla, Bupariti populnea</i>
<i>Wedelia biflora</i>	<i>W. glabrata</i>

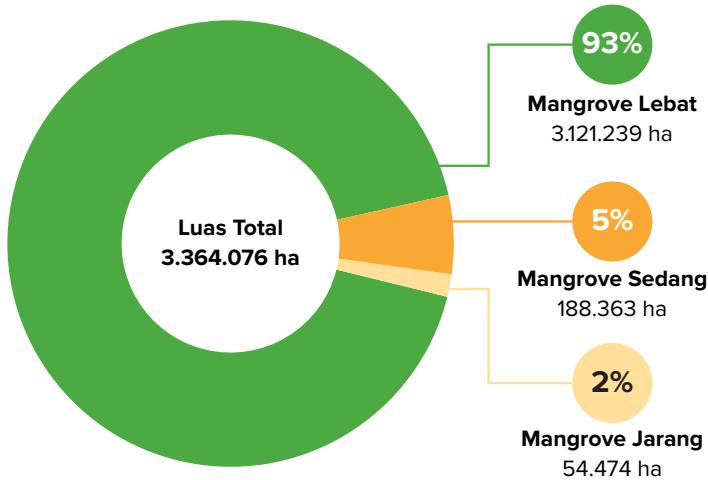
2. Tabel Luas Mangrove Indonesia Berdasarkan Pulau Utama Tahun 2019 (Rahmanto, 2020).

NO	PULAU UTAMA	LUAS (HA)
1	Papua	1.497.724
2	Maluku	221.560
3	Bali, Nusa Tenggara	34.835
4	Sumatra	666.439
5	Sulawesi	118.891
6	Kalimantan	735.887
7	Jawa	35.911
TOTAL INDONESIA		3.311.207

3. Kondisi Mangrove Indonesia Tahun 2019 (Rahmanto, 2020).



4. Kondisi Mangrove Indonesia Tahun 2021 (<https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>).





FUNGSIE KOSISTEM LAMUN TERKAIT DENGAN SUMBER DAYA IKAN

Charlotha I. Tupan, Prulley A. Uneputty, Frederika S. Pello,
dan Mahriana Hulopi

PENDAHULUAN

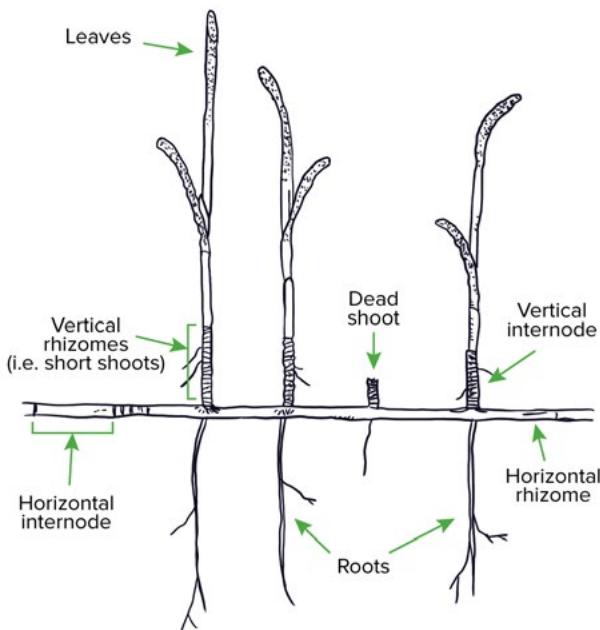
Lamun atau dalam bahasa Inggris *seagrass* pertama kali diperkenalkan oleh Ascherson (1871) ke dalam pustaka ilmiah sebagai tumbuhan air berbunga, namun demikian istilah lamun juga sudah ada dalam bahasa Belanda (*Zeegras*) dan dalam bahasa Jerman (*Seegras* atau *Meeresgras*) (Kuo dan den Hartog, 2003; den Hartog dan Kuo, 2006). Istilah lamun yang diartikan dari *seagrass* pertama kali diperkenalkan kepada ilmuwan di Indonesia oleh Hutomo (1985) dalam disertasinya yang berjudul *Telaah Ekologis Komunitas Ikan pada Padang Lamun di Teluk Banten* (Azkab, 2006). Istilah ini digunakan untuk menghindari salah pengertian dengan arti dari *seaweed* yaitu rumput laut.

Lamun didefinisikan oleh Kuo dan den Hartog (2003) sebagai tumbuhan berbunga yang tumbuh di lingkungan laut dangkal. Menurut den Hartog (1970); Tomlinson (1974) *dalam* Duarte et al., (1994), lamun adalah tumbuhan yang memiliki rhizoma yang tumbuh dengan pemanjangan rhizoma sebagai pertumbuhan secara vegetatif. Morfologi dari tumbuhan ini secara umum adalah (1) rhizoma; yang memastikan penyebaran vegetatif dari lamun, bisa secara horizontal (disebut juga sebagai tegakan panjang) dan secara vertikal (disebut

juga sebagai tegakan pendek atau tegakan vertikal), (2) daun; di mana fotosintesis dan serapan hara dari kolom air terjadi, dan yang muncul dari meristem tumbuh pada apeks rhizoma, (3) akar; yang berfungsi sebagai jangkar pada tanaman dan mengambil nutrien dari sedimen, muncul pada interval di sepanjang rhizoma, (4) node; selipan-selipan pada rhizoma vertikal maupun horizontal, dan node pada rhizoma vertikal dapat diidentifikasi dari bekas luka yang ditinggalkan daun setelah gugur, (5) internode rhizoma; potongan rhizoma di antara dua bekas luka daun yang berurutan (rhizoma vertikal) dan potongan rhizoma di antara dua tegakan (rhizoma horizontal) (Gambar 1).

Azkab (2006) memberikan beberapa definisi dari lamun untuk menghindari kesalahpahaman dengan rumput laut sebagai berikut:

- a. **Lamun** adalah: tumbuhan air berbunga (*anthophyta*) yang hidup dan tumbuh terbenam di lingkungan laut, memiliki pembuluh, rimpang, akar dan berkembang biak secara generatif dan secara vegetatif. Rimpangnya merupakan batang yang beruas-ruas yang tumbuh terbenam dan menjalar dalam substrat pasir, lumpur dan pecahan karang. Padang lamun adalah: hamparan vegetasi lamun yang menutupi suatu area pesisir/laut dangkal yang terbentuk oleh satu jenis lamun (*monospecific*) atau lebih (*mixed vegetation*) dengan kerapatan tanaman yang padat (*dense*) atau jarang (*sparse*).
- b. **Ekosistem lamun** adalah: satu sistem (organisasi) ekologi padang lamun yang di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik.



Gambar 1. Bagian-bagian umum Tumbuhan Lamun (Duarte et al., 1994)

Ciri-ciri yang paling sering disebut sebagai keunikan dari lamun menurut Larkum et al., (2006) adalah sebagai berikut:

- Hidup di lingkungan estuari atau laut,
- Melakukan penyerbukan di dalam air dengan serbuk sari khusus,
- Menghasilkan benih di dalam air yang dapat disebarluaskan oleh agen biotik dan abiotik,
- Memiliki daun dengan kutikula yang sangat kecil dan epidermis yang tidak memiliki stomata serta merupakan jaringan fotosintesis utama,
- Memiliki rhizoma atau batang di bawah substrat yang penting dalam sistem sauh (berlabuh),

- f. Memiliki akar yang dapat hidup di lingkungan anoksik dan bergantung pada transportasi oksigen dari daun dan rhizoma tetapi juga penting dalam proses transfer nutrisi.

Lamun tergolong dalam Divisi Magnoliophyta atau Angiospermae, Kelas Liliopsida atau Monokotil serta terdiri dari Famili Zosteraceae (3 genus), Posidoniaceae (1 genus), Cymodoceaceae (5 genus), dan Hydrocharitaceae (3 genus) (Kuo dan den Hartog, 2003). Jumlah spesies ditemukan sebanyak 66 spesies (den Hartog dan Kuo, 2006), sementara di Indonesia jumlah spesies yang ditemukan adalah sebanyak 13 spesies, yaitu: *Cymodocea serrulata*, *C. rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *H. pinifolia*, *Halophila minor*, *H. ovalis*, *H. decipiens*, *H. spinulosa*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Thallasodendron ciliatum* (Kiswara dan Winardi, 1994), dan *Halophila sulawesii* (Kuo, 2007).

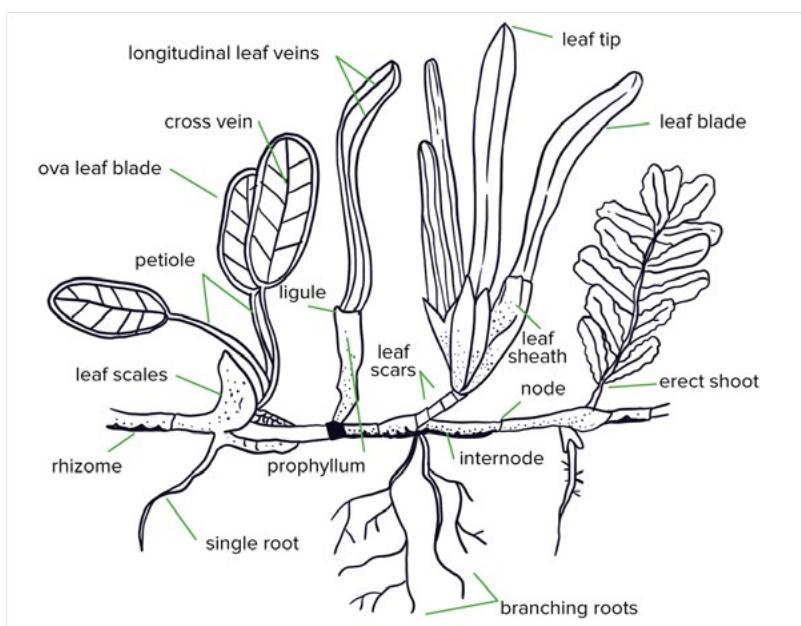
DASAR TEORI

1. Morfologi Lamun

Menurut den Hartog (1970) lamun mempunyai karakteristik yang unik dibandingkan dengan makroalga (*seaweed*). Lamun memiliki bunga dan buah yang berkembang menjadi benih baru. Jenis-jenis lamun umumnya memiliki morfologi luar yang tampak hampir serupa yakni memiliki daun panjang (*linear*) atau sangat panjang (*belt*), tipis dan mirip pita yang mempunyai saluran air, serta bentuk pertumbuhannya monopodial (Gambar 2). Morfologi lamun yang tampak adalah seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah (Philips & Menez 1988).

Lamun terdiri atas rhizoma (rimpang), daun, dan akar. Rhizoma merupakan batang yang terbenam dan merayap secara mendatar, serta berbuku-buku (*nodes*). Pada buku-buku tersebut tumbuh batang pendek yang tegak ke atas, berdaun dan berbunga, serta tumbuh akar. Dengan rhizoma dan akar inilah lamun dapat menancapkan diri dengan

kokoh di dasar laut sehingga tahan terhadap hembusan ombak dan arus. Sebagian besar dalam satu tumbuhan lamun hanya ada satu bunga jantan atau betina saja. Sistem pembiakan bersifat khas karena mampu melakukan penyerbukan di dalam air (*hydrophilous pollination*) dan buahnya juga terbenam di dalam air (Azkab, 2006). Tumbuhan ini memiliki beberapa sifat yang memungkinkan hidup di lingkungan laut (media air asin), mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam, mempunyai sistem perakaran jangkar yang berkembang dengan baik, mempunyai kemampuan untuk bereproduksi secara generatif dalam keadaan terbenam, dan dapat berkompetisi dengan organisme lain dalam keadaan stabil ataupun tidak stabil pada lingkungan laut (Arber, 1920 *dalam* den Hartog dan Kuo, 2006).



Gambar 2. Morfologi Tumbuhan Lamun (dimodifikasi dari Philips & Menez 1988).

2. Fungsi dan Peranan Lamun

Padang lamun telah dikenal berperan penting pada proses-proses yang berlangsung di perairan pantai dan menyediakan jasa ekosistem (Susetiono, 2004; Costanza et al., 1997 *dalam* Larkum et al., 2006), antara lain:

- a. Sebagai tempat mencari makan atau pemasok bahan organik ke dalam rantai makanan dan tempat persinggahan bagi berbagai tumbuhan dan hewan (Gambar 3),
- b. Sebagai produsen primer penting yang mampu mengubah sinar matahari,
- c. Menangkap dan mendaur ulang nutrien,
- d. Sebagai stabilisator sedimen dan garis pantai.

Menurut Jackson et al., (2001) padang lamun memiliki peran mendasar dalam mempertahankan populasi ikan dan invertebrata komersial yang berfungsi sebagai:

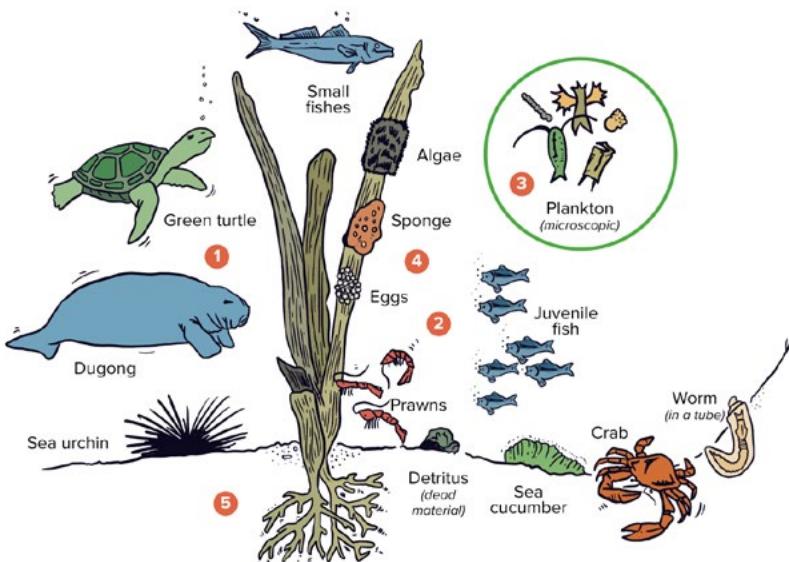
Habitat permanen yang memungkinkan siklus hidup biota yang hidup di dalamnya dapat berlangsung secara penuh,

- a. Tempat asuhan/pembibitan sementara bagi keberhasilan kelangsungan hidup atau perkembangan tahap juvenil,
- b. Tempat mencari makan untuk berbagai tahapan dari siklus hidup biota,
- c. Tempat perlindungan dari pemangsa.

Padang lamun berperan secara tidak langsung dalam mendukung perikanan dengan menyediakan bahan organik yang dimasukkan ke dalam siklus nutrien pesisir dan mendukung produksi sekunder.

Dari sisi ekologis, maka padang lamun memiliki beberapa fungsi penting bagi perairan dan lingkungan pesisir (Dawes, 1981) yaitu:

- a. Padang lamun sebagai sistem tumbuhan merupakan sumber produktivitas primer,
- b. Padang lamun merupakan habitat yang baik bagi beberapa jenis hewan air,
- c. Padang lamun mempunyai daya untuk merangkap sedimen, menstabilkan substrat dasar, dan menjernihkan air,
- d. Padang lamun merupakan sumber makanan langsung bagi kebanyakan hewan,
- e. Padang lamun merupakan substrat bagi organisme fitoplankton yang menempel,
- f. Padang lamun mempunyai kemampuan yang baik untuk memindahkan unsur-unsur hara terlarut dalam perairan yang ada di permukaan sedimen,
- g. Padang lamun mampu mereduksi emisi karbon dari atmosfer dan perairan laut,
- h. Akar dan rhizoma padang lamun mampu mengikat sedimen sehingga mencegah erosi.



Gambar 3. Gambaran biota-biota yang mengkolonisasi padang lamun (Fortes, 1990 dalam Bengen 2002)

3. Asosiasi Biota

Asosiasi biota dengan lamun menurut Hemingga dan Duarte (2000) terjadi karena:

- Padang lamun memiliki karakteristik yang menjadikannya sebagai habitat yang cocok bagi banyak spesies hewan.
- Produktivitas primer yang tinggi dari lamun didukung oleh alga dan epifit, memastikan pasokan bahan organik yang melimpah yang dapat digunakan sebagai sumber energi dasar dalam jaring makanan.
- Struktur tiga dimensi dari vegetasi ini, dengan jaringan akar dan rimpangnya serta tajuk daun yang lebat, memberikan tempat persembunyian yang melindungi dari predator, serta menyediakan substrat untuk penempelan.

- d. Struktur vegetasi juga memberikan kualitas fisik dan kimia terhadap lingkungan yang dapat menarik fauna, di mana arus di dalam kanopi menjadi berkurang, sedimen dengan butiran halus dapat distabilkan, dan kondisi penyinaran menjadi lebih berkurang atau teduh.

Fauna padang lamun adalah kumpulan hewan yang heterogen yang termasuk dalam berbagai taksa, dengan berbagai karakteristik ekologis yang berbeda. Berdasarkan habitat dari biota yang berasosiasi dengan lamun, maka biota tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut (Hemingga dan Duarte, 2000):

- a. Spesies infauna, hewan yang hidup di sedimen,
- b. Spesies epifauna, hewan yang hidup di batang dan daun, yang meliputi hewan sesil dan motil yang berasosiasi dengan permukaan tumbuhan, dan hewan yang hidup di permukaan sedimen,
- c. Spesies epibentik, hewan bergerak yang lebih besar yang berasosiasi dengan padang lamun, bergerak bebas di bawah, dan di atas kanopi daun (misalnya ikan).

Menurut Kikuchi (1966) dalam Hemingga dan Duarte (2000); Syukur dkk (2014), ikan yang berasosiasi dengan padang lamun dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu:

- a. Penghuni tetap: spesies yang tinggal sepanjang hidupnya di habitat lamun, seperti *Apogon margaritophorus*,
- b. Penghuni sementara: spesies yang hanya musiman atau selama sebagian dari siklus hidupnya ada di padang lamun, seperti *Halichoeres leparensis*, *Paramia quinquelineata*, *Monacanthus tomentosus*, *M. Hajam*, *Hemiglyphidodon plagiometopon*, dan *Sygnathoides biaculeatus*,
- c. Pengunjung tetap: spesies yang sering mengunjungi padang

lamun misalnya ikan yang bermigrasi secara harian dari terumbu karang ke padang lamun terdekat, seperti *Siganus canaliculatus*, *S. Virgatus*, *S. Chrysospilos*, *Lethrinus* spp., *Scarus* spp., *Abudefduf* spp., *Monacanthus mylli*, dan *Muloides samoensis*,

- d. Pengunjung sesekali: ikan yang mengunjungi hamparan lamun hanya pada waktu-waktu tertentu.

FUNGSI LAMUN UNTUK SUMBER DAYA IKAN

1. Lamun sebagai Tempat Asuhan (*Nursery Ground*)

Padang lamun memiliki produktivitas primer dan sekunder yang tinggi yang mendukung keanekaragaman dan kelimpahan berbagai biota termasuk ikan dan invertebrata. Padang lamun sering dilaporkan memiliki kelimpahan ikan juvenil yang tinggi (Chittaro et al., 2005; Kimirei et al., 2011) dan disebut sebagai tempat asuhan (*nursery ground*). Menurut Duarte dan Hemingga (2000) padang lamun sering dijadikan habitat spesies ikan pada tahap awal siklus hidupnya. Setelah mencapai panjang tertentu mereka meninggalkan padang lamun dan berpindah ke habitat lain. Ambo Rappe et al., (2013) menemukan 9.189 individu ikan pada padang lamun di Perairan Teluk Ambon Dalam (Tanjung Tiram, Waiheru dan Lateri) yang terdiri dari 95 spesies dan 38 famili. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap (89%) berada pada tahap juvenil (Tabel 1). Ikan-ikan juvenil mempertahankan kelangsungan hidupnya dengan memperoleh makanan dan tempat perlindungan di padang lamun. Yalindua et al., (2020) melaporkan banyaknya spesies ikan karang tahap juvenil yang tertangkap pada padang lamun Pantai Kema, Sulawesi Utara dimungkinkan karena adanya koneksi antara kedua ekosistem tersebut, di mana adanya migrasi bolak balik dari ikan-ikan karang secara intensif. Hal yang sama juga ditemukan oleh Kimirei et al., (2011) bahwa lamun merupakan daerah asuhan bagi beberapa ikan karang setelah ditemukannya juvenil dengan kepadatan yang tinggi dan

kemudian bermigrasi ke terumbu karang pada ukuran yang lebih besar (> 15 cm).

Beberapa spesies ikan komersial yang menghabiskan masa juvenilnya di padang lamun adalah dari famili Serranidae (ikan kerapu Epinephelinae), di mana populasi dewasanya ditemukan di dekat terumbu karang lepas pantai dan rataan karang (Ross dan Moser, 1995). Selanjutnya dari famili Scianidae dan Sillagnidae yang kemudian populasi dewasanya ditemukan di perairan pantai dan lepas pantai (Hyndes et al., 1996; Rooker et al., 1998).

Tabel 1. Persentase Ikan Juvenil dan Dewasa pada Spesies yang Dominan (Ambo Rappe et al., 2013)

SPESIES DOMINAN	STASIUN					
	TANJUNG TIRAM		LATERI		WAIHERU	
	% JUVENIL	% DEWASA	% JUVENIL	% DEWASA	% JUVENIL	% DEWASA
<i>Siganus canaliculatus</i>	99.90	0.10	98.00	2.00	14.00	86.0
<i>Aeoliscus strigatus</i>	43.60	56.40	34.20	65.80	100.00	0.0
<i>Syngnathoides biaculeatus</i>	69.50	30.50	55.70	44.30	30.00	70.0
<i>Acreichthys tomentosus</i>	89.10	10.90	64.10	35.90	67.50	32.5
<i>Paracentropogon longispinis</i>	51.40	48.60	52.20	47.80	0.00	0.0

2. Lamun sebagai Tempat Mencari Makan dan Perlindungan

Padang lamun merupakan area yang sangat potensial dalam menunjang keberadaan berbagai spesies ikan yang hidup di dalamnya. Berbagai penelitian tentang ikan-ikan di lamun melaporkan bahwa lebih banyak ikan ditemukan pada daerah yang ada lamun dibandingkan dengan daerah yang tidak ada lamun, karena ikan memanfaatkan lamun sebagai daerah pencari makan dan daerah perlindungan dari serangan

predator. Edgar dan Shaw (1995) melakukan pengambilan sampel ikan pada tiga tipe habitat yang berbeda (daerah padang lamun, daerah yang tidak ada lamun, dan daerah saluran). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa spesies ikan per tangkapan diperoleh dua kali lebih banyak pada daerah padang lamun dibandingkan daerah yang tidak ada lamun, dan relatif lebih sedikit pada daerah saluran. Lebih lanjut dijelaskan bahwa daerah padang lamun menunjang lebih dari dua kali produksi ikan kecil dibandingkan daerah yang tidak ada lamun ($3,82 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{thn}^{-1}$ cf. $1,58 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{thn}^{-1}$). Hal yang sama ditemukan juga oleh Rahmawati et al., (2012) yang melakukan penelitian dengan pengambilan sampel ikan pada daerah bervegetasi lamun dan pada daerah yang tidak bervegetasi lamun di Perairan Kendari, Sulawesi Tenggara. Hasil penelitiannya menunjukkan kelimpahan dan jumlah spesies ikan lebih tinggi pada daerah yang bervegetasi lamun dibandingkan daerah yang tanpa vegetasi lamun. Lamun menyediakan tempat pelekatkan bagi hewan dan tumbuhan epifit yang merupakan makanan penting bagi ikan (Duarte dan Hemingga, 2000). Selain itu dengan adanya vegetasi lamun yang memiliki daun-daun yang rimbun akan menjadi tempat persembunyian terhadap predator, sehingga ketersediaan makanan dan proteksi dari lamun sangat penting bagi ikan.

Menurut Kiswara et al., (1994), ikan yang ditemukan pada areal padang lamun erat kaitannya dengan keragaman jenis makanan yang tersedia pada padang lamun tersebut seperti: amphipoda, brachyura, stomatopoda, copepoda, polychaeta, dan gastropoda di mana jenis-jenis makanan ini dapat menjadi dasar untuk menilai tingkat trofik ikan. Syukur et al., (2014), dalam penelitiannya menganalisis jenis makanan dari isi lambung dan memperoleh status trofik ikan yang ditemukan pada lokasi penelitian didominasi oleh ikan dengan status trofik karnivora sebesar 58,62 %, status trofik herbivora sebesar 17,64 %, status trofik planktivora 17,64 %, dan status trofik omnivora 5,88 % (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2 tersebut mereka mengelompokkan asosiasi ikan dengan padang lamun sebagai berikut: (1) *Archamia goni* (Famili

Apogonidae) menggunakan lamun sebagai areal mencari makan dan tempat hidup, (2) *Acreichthys tomentosus* (Famili Monacanthidae) memanfaatkan lamun sebagai tempat mencari makan dan tempat hidup meskipun spesies ini habitatnya ada pada daerah yang dasarnya berpasir, (3) *Lutjanus boutton* (famili Lutjanidae), *Sardinella gibbosa* (Famili Clupeidae), *Plectorhinchus falvomaculatus* (Famili Haemulidae), *Leiognathus equulus* (Famili Leiognathidae), *Moolgarda delicates* (Famili Mugilidae) datang ke lokasi padang lamun untuk mencari makan, dan (4) *Siganus guttatus* (Famili Siganidae) merupakan ikan herbivora yang makanannya berupa lamun dan alga.

Tabel 2. Famili dan spesies ikan yang ditemukan di padang lamun serta jenis makannya (Syukur et al., 2004)

FAMILI	SPESIES	JENIS MAKANAN
<i>Monacantidae</i>	<i>Acreichthys tomentosus</i>	Krustasea, ikan, larva sea urchin, lamun
<i>Siganidae</i>	<i>Siganus canaliculatus</i>	Lamun, alga
<i>Apogonidae</i>	<i>Archamia goni</i>	Udang, kepiting, cumi-cumi
<i>Scaridae</i>	<i>Calotomus spinidens</i>	Lamun, alga
<i>Atherinidae</i>	<i>Atherinomirus lacunosus</i>	Lamun, alga
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Canthigaster compressa</i>	Ikan, udang
	<i>Arothron immaculatus</i>	Ikan, udang
<i>Gerridae</i>	<i>Gerres oyena</i>	Ikan
<i>Mugilidae</i>	<i>Moolgarda delicates</i>	Ikan, udang
<i>Pomacentridae</i>	<i>Abudefduf notatus</i>	Ikan, udang
<i>Haemulidae</i>	<i>Plecterhinchus celebicus</i>	Ikan, kepiting (barachyura)
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus boutton</i>	Ikan, larva ikan, udang
	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Ikan, larva ikan, udang
<i>Lethrinidae</i>	<i>Lethrinus lentjan</i>	Kepiting
	<i>Lethrinus variegates</i>	Kepiting
<i>Mullidae</i>	<i>Upeneus vittatus</i>	Udang
<i>Balistidae</i>	<i>Balistapus undulatus</i>	Larva sea urchin, kerang
<i>Carangidae</i>		Fitoplankton, zooplankton
<i>Leiognathidae</i>		Fitoplankton, zooplankton
<i>Clupeidae</i>		Fitoplankton, zooplankton
<i>Serranidae</i>		Kepiting, kerang

FAKTOR PENENTU KOMPOSISI DAN KELIMPAHAN IKAN DI PADANG LAMUN

Berbagai penelitian terkait ikan dengan padang lamun menyimpulkan bahwa ada perbedaan yang besar antara keanekaragaman spesies dan kelimpahan ikan pada padang lamun. Duarte dan Hemingga (2000) menyatakan ada 4 faktor yang berpengaruh terhadap hal tersebut yakni: 1. Struktur vegetasi padang lamun, 2. Sejauh mana larva dan juvenil menetap pada padang lamun, dan kematian pasca menetap serta proses migrasi, 3. Posisi lokasi padang lamun terhadap habitat yang lain dan, 4. Lingkungan fisik-kimia padang lamun.

Penelitian dari Saraswati dkk (2016) menunjukkan bahwa ada hubungan antara struktur vegetasi yaitu kerapatan lamun dengan kelimpahan larva ikan, di mana semakin tinggi nilai kerapatan lamun maka semakin tinggi pula nilai kelimpahan dan komposisi famili larva ikan. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai kerapatan lamun maka nilai kelimpahan dan komposisi larva ikan juga semakin rendah. Hal ini dapat dijelaskan karena lamun yang rapat mampu meredam arus dan gelombang dengan sistem rhizoma yang saling terkait satu dengan yang lain disertai dengan dedaunan yang lebat, sehingga banyak organisme termasuk larva ikan akan aman sebagai tempat berlindung, tempat pembesaran, dan juga tempat mencari makan karena padang lamun juga dapat menyediakan banyak makanan bagi larva ikan.

Fungsi lamun ini seperti dinyatakan oleh Fahrurroddin (2002) bahwa lamun memiliki kemampuan dalam mereduksi kecepatan arus perairan yang dapat membantu larva dan juvenil ikan untuk mencari makan dan berlindung dari predator, serta menyediakan sumber makanan baik sebagai epifit pada daun atau detritus. Selain itu menurut Dahuri (2003), daun lamun yang rapat dapat menghalangi banyaknya sinar matahari untuk masuk ke dalam perairan, sehingga memberikan ketiduran bagi biota yang berasosiasi dengannya.

Ambo Rappe (2010) dalam penelitiannya di Pulau Barang Lombo, Provinsi Sulawesi Selatan, memperoleh kelimpahan ikan yang berbeda antar stasiun pengamatan di mana ikan lebih melimpah pada daerah padang lamun dengan kerapatan tinggi baik monospesifik (hanya tersusun oleh satu jenis lamun) maupun multispesifik (tersusun oleh lebih dari satu jenis lamun) dibandingkan pada padang lamun jarang terutama monospesifik maupun daerah yang tidak bervegetasi atau tidak ada lamun. Selain itu dilaporkan juga bahwa keanekaragaman komunitas ikan ditemukan lebih tinggi pada padang lamun yang rapat dan tersusun oleh banyak spesies lamun dibandingkan pada padang lamun jarang dan hanya terdiri dari satu spesies lamun. Dalam penelitian lain Ambo Rappe et al., (2013) melaporkan bahwa komposisi spesies lamun mempengaruhi komunitas ikan yang berasosiasi dengannya. Stasiun dengan lamun multispecies memiliki jumlah spesies ikan yang lebih banyak, serta kelimpahan dan biomassa ikan juga lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang monospesies. Namun demikian dijelaskan juga bahwa jumlah spesies lamun bukanlah satu-satunya faktor yang berkontribusi terhadap hasil tersebut, tetapi kompleksitas struktural (kerapatan dan jumlah spesies lamun) yang berbeda antar stasiun dianggap sebagai faktor utama yang bertanggung jawab pada kekayaan ikan.

Penelitian Rahmawati et al., (2012) juga menyimpulkan bahwa padang lamun dengan kerapatan tinggi memiliki jumlah ikan dan jumlah spesies ikan yang lebih banyak. Tebay et al., (2014) lebih fokus pada persentase tutupan lamun kaitannya dengan kelimpahan ikan yang ditemukan pada Teluk Yotefa, Jayapura, Provinsi Papua, di mana semakin tinggi nilai persentase tutupan lamun semakin tinggi pula jumlah individu yang diperoleh. Pada dasarnya kompleksitas struktural (kerapatan tegakan dan daun, penutupan dan jenis-jenis lamun) dari padang lamun ini menyediakan perlindungan terhadap predator, atenuasi dalam pergerakan air yang kuat dan menjadi habitat mikro yang bervariasi, dan memungkinkan eksistensi spesies yang berpotensi bersaing, sehingga mendukung kekayaan spesies yang tinggi (Horinouchi, 2007)

PERANAN PADANG LAMUN DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

Perubahan iklim diidentifikasi dengan adanya peningkatan suhu global, kenaikan muka air laut, perubahan curah hujan serta meningkatnya kejadian ekstrem seperti banjir, kekeringan gelombang panas dan badai di mana penyebab utamanya adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti CO_2 , CH_4 dan N_2O sebagai akibat kegiatan antropogenik (Rustam et al., 2019). Padang lamun seperti telah diketahui memiliki peran sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan (*nursery ground*), tempat perlindungan dan pemijahan berbagai biota laut, dan peran ekologi lain yang tidak kalah penting adalah mampu mereduksi emisi gas karbon dioksida (CO_2) dari atmosfer serta perairan pesisir dan laut.

Kemampuan mereduksi emisi gas CO_2 didasarkan pada aktivitasnya melakukan proses fotosintesis yang menyerap CO_2 tersebut dan mengubahnya menjadi karbohidrat dan menyimpannya dalam biomassa (Harris & Feriz, 2011). Fenomena ini merupakan upaya mitigasi perubahan iklim yang dilakukan untuk mengurangi konsentrasi CO_2 di atmosfer. Penyimpanan karbon lamun tersebut dalam biomassa yang terdistribusi pada bagian-bagian tanaman lamun seperti pada akar, rhizoma, dan daun lamun, atau dengan kata lain penyimpanan karbon terdapat pada bagian atas substrat dan bagian bawah substrat (Supriadi et al., 2014). Selanjutnya biomassa tersebut akan masuk dalam jaring makanan melalui proses herbivori yang dilanjutkan dengan pemangsaan pada tingkat trofik di atasnya maupun melalui proses dekomposisi serasah (Hutomo dan Azkab, 1987). Dengan demikian, lamun berperan penting dalam penyerapan gas CO_2 dan menjadi produsen penting bagi organisme lain dalam jaring makanan. Kemampuan lamun dalam melakukan fotosintesis memanfaatkan

karbon dioksida (CO_2) dan menyimpannya dalam biomassa dikenal sebagai karbon biru (*blue carbon*). Lamun diketahui dapat mengurangi karbon dioksida dengan menyimpan karbon 35 kali lebih cepat dibandingkan hutan hujan tropis, dan dapat mengikat karbon dalam waktu ribuan tahun (Nellemann et al., 2009 ; Macreadie et al., 2014). Selain itu, ekosistem lamun dapat menangkap sekitar 70% dari karbon organik total yang berada di laut (Nellemann et al., 2009).

Beberapa penelitian tentang cadangan karbon dan serapan karbon lamun oleh beberapa peneliti dirangkum dalam Tabel 3. Penelitian ini umumnya dilakukan pada spesies *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* yang merupakan spesies dominan dengan penyebaran yang luas di perairan Indonesia. Cadangan atau stok karbon dipengaruhi oleh kerapatan dan biomassa serta morfologi dari lamun tersebut sehingga terlihat bervariasi pada berbagai lokasi penelitian, demikian halnya dengan serapan karbon. Berdasarkan Tabel 3, dapat dijelaskan sebagai contoh bahwa Padang Lamun Perairan Pantai Suli, Pulau Ambon, Provinsi Maluku, dengan 2 spesies lamun (*T. hemprichii* dan *E. acoroides*) memiliki cadangan karbon total sebesar $377,59\text{gCm}^{-2}$ dan dalam luasan 1m^2 mampu menyerap CO_2 dan mengubahnya menjadi biomassa total sebesar 5,70 g (Tupan dan Wawo, 2020a). Di lain penelitian, Perairan Pantai Tanjung Tiram, Poka, Pulau Ambon, Provinsi Maluku, juga mampu menyimpan karbon dengan jumlah CO_2 yang dapat disimpan pada 2 spesies lamun (*T. hemprichii* dan *E. acoroides*) pada luasan padang lamun 6,075 ha adalah sebesar $18,291\text{ mg CO}_2$ (Tupan dan Wawo, 2020b). Menurut Sjafrie dkk., (2018), bahwa hasil penelitian Pusat Penelitian Oseanografi LIPI diketahui bahwa padang lamun dapat menyerap rata-rata $6.59\text{ tonC.ha}^{-1}\text{thn}^{-1}$ atau setara dengan $24.13\text{ ton CO}_2\text{.ha}^{-1}\text{thn}^{-1}$. Dengan demikian, terbukti bahwa lamun dapat mereduksi CO_2 , sekaligus berperan dalam mitigasi perubahan iklim.

Tabel 3. Beberapa penelitian cadangan karbon dan serapan karbon pada perairan Indonesia

SPESIES DAN LOKASI	CADANGAN KARBON	SERAPAN KARBON	SUMBER
	GC.M-2	GC.M-2HR-1	
T. hemprichii			
Pulau Bintan	22,83 - 27,46	0,1	Irawan (2017)
Pulau Pari	113,38 - 207,50	0,75 - 1,83	Kiswara (2010)
Suli, Pulau Ambon	70,21 - 112,72	1,15 - 1,51	Tupan dan Wawo (2020a)
Poka, Pulau Ambon	50,04 - 64,75	1,10 - 1,19	Tupan dan Wawo (2020b)
Waai, Pulau Ambon	17,13 - 22,70	0,38 - 0,48	Tupan et al. (2021)
E. acoroides			
Pulau Bintan	102,20 - 05,77	0,10 - 0,41	Irawan (2017)
Pulau Pari	343,39 - 545,33	1,19 - 1,70	Kiawara (2010)
Pulau Pari	227,06	1,75	Rahmawati dan Kiswara (2012)
Banten	3.426		Rustam et al. (2015)
Suli, Pulau Ambon	73,79 - 120,87	1,42 - 1,62	Tupan dan Wawo (2020a)
Poka, Pulau Ambon	78,89 - 107,42	1,36 - 1,66	Tupan dan Wawo (2020b)
Waai, Pulau Ambon	169,51 - 95,52	1,96 - 2,59	Tupan et al.(2021)

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Luas padang lamun di wilayah perairan pesisir dan laut Indonesia diperkirakan sekitar 3.000.000 ha (Kiswara, 1994). Pada luasan tersebut ditemukan 13 spesies (Kiswara dan Winardi, 1994 ; Kuo, 2007). Wilayah Perairan Maluku memiliki luas padang lamun mencapai 394,97 km² dan ditumbuhi oleh 10 spesies lamun (76,92 % dari spesies lamun di Indonesia) (Tabel 4,5).

Tabel 4. Kerapatan Spesies Lamun (teg.m⁻²) pada Beberapa Lokasi di Pulau Ambon

SPESIES	HALONG	POKA	SULI	LIANG	RU-TONG	HUTU-MURI	TOTAL
	IRAWAN DAN NGANRO (2016)	TIA-NOTAK (2016)	WALI-ULU (2021)	LESSY (2017)	TAHA-LELE (2020)	PESSY (2021)	
<i>E. acoroides</i>	31,96	7,23	26,83	31,41	10,00	0,58	108,01
<i>T. hemprichii</i>	45,70	14,57	47,14	298,64	126,00	43,40	575,45
<i>H. ovalis</i>	106,04	2,17	11,05	240,00	36,00	2,17	397,43
<i>H. minor</i>		1,78					1,78
<i>S. isoetifolium</i>			8,47	94,00	79,00		181,47
<i>C. rotundata</i>	98,82	5,93	56,34	360,55	125,00	68,75	715,39
<i>C. serrulata</i>			17,77			3,12	20,89
<i>H. pinifolia</i>	514,50	123,57	12,11	118,36	32,00	9,81	810,35
<i>H. uninervis</i>			8,38	213,45	29,00		250,83
Total	797,02	155,25	188,09	1356,41	437,00	127,83	3061,60

Tabel 5. Penutupan Spesies Lamun (%) pada Beberapa Lokasi di Pulau Ambon

SPESIES	HALONG	POKA	SULI	LIANG	RU-TONG	HUTU-MURI	TOTAL
	IRAWAN DAN NGANRO (2016)	TIA-NOTAK (2016)	WALI-ULU (2021)	LESSY (2017)	TAHA-LELE (2020)	PESSY (2021)	
<i>E. acoroides</i>	17,73	11,62	21,16	7,63	7,10	2,40	67,64
<i>T. hemprichii</i>	4,62	12,40	22,59	29,16	12,80	10,28	91,85
<i>H. ovalis</i>	2,27	2,77	5,63	2,86	0,70	1,80	16,03
<i>H. minor</i>		0,70					0,70
<i>S. isoetifolium</i>			3,40	3,53	8,20		15,13
<i>C. rotundata</i>	5,94	4,67	23,94	17,57	12,70	13,14	77,96
<i>C. serrulata</i>			12,31			7,10	19,41
<i>H. pinifolia</i>	8,63	9,72	3,26	1,13	5,00	6,55	34,29
<i>H. uninervis</i>			2,73	4,09	4,20		11,02
Total	39,19	41,88	95,02	65,97	50,7	41,27	334,03

Luas padang lamun, jumlah dan distribusi spesies, kerapatan dan penutupan spesies seperti telah diuraikan di atas merupakan variabel positif yang mendukung fungsi lamun terkait dengan sumber daya ikan yang berasosiasi dengannya. Di lain pihak, padang lamun merupakan ekosistem yang menerima dampak perubahan akibat aktivitas manusia di mana pusat populasi dunia dibangun di sepanjang wilayah pesisir (Waycott et al., 2004).

Tingginya pemanfaatan lahan di darat menyebabkan tingginya input nutrien, sedimen, dan bahan-bahan polutan, di mana akan mengakibatkan tumbuhan laut harus beradaptasi atau rusak. Borum (1996) mendokumentasikan korelasi negatif yang kuat terjadi pada batas kedalaman lamun *Zostera marina* dan konsentrasi total nitrogen di kolom air telah memberikan bukti efek negatif dengan peningkatan pasokan nutrien pada tegakan lamun. Sedimentasi mengakibatkan terganggunya pertumbuhan, kelangsungan hidup serta morfologi dari 6 spesies lamun yang ditemukan di Filipina (Duarte et al., 1997). Dampak lain oleh polutan logam berat timbal mengakibatkan terganggunya struktur anatomi dari lamun *Thalassia hemprichii* di Perairan Pulau Ambon (Tupan dkk., 2014; Tupan dan Azrianingsih, 2016). Berbagai contoh lain yang terjadi saat ini juga bahwa lamun mati diakibatkan oleh *input* dari pesisir termasuk berbagai organisme yang berasosiasi di dalamnya terutama spesies yang menjadi *icon* seperti dugong.

Saat ini luas padang lamun di seluruh dunia menjadi menurun 7% setiap tahun sejak tahun 1990-an. Distribusi padang lamun tersebut telah hilang sekitar 29% sejak abad 19 (Waycott et al., 2009). Penurunan luasan padang lamun dunia disebabkan oleh akibat alami dan aktivitas antropogenik yang terjadi pada area sub-tropis dan tropis. Faktor yang menyebabkan menurunnya luasan padang lamun pada area sub-tropis yaitu alih fungsi wilayah pesisir menjadi kawasan industri, pemukiman penduduk dan banjir dari daratan. Sedangkan pada area tropis adalah peningkatan masukan sedimen ke perairan pesisir akibat pembalakan hutan di daratan dan penebangan mangrove di pesisir yang bersamaan

dengan pengaruh langsung dari kegiatan budidaya perikanan (Sjafrie dkk., 2018). Selanjutnya dilaporkan bahwa di Indonesia penyebab penurunan luasan padang lamun disebabkan oleh faktor alami seperti gelombang, arus yang kuat, badai, gempa bumi dan tsunami, dan faktor antropogenik seperti reklamasi pantai, penggerukan, penambangan pasir dan pencemaran. Fakta tersebut merupakan faktor negatif yang berpengaruh terhadap kelimpahan asosiasi sumber daya ikan dengan padang lamun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dari beberapa literatur di atas, dapat disimpulkan bahwa:

- Lamun memiliki struktur bioekologi yang khas, menjadikannya penting bagi asosiasi biota perairan, terutama sumber daya ikan.
- Sumber daya ikan yang berasosiasi dengan lamun memanfaatkannya sebagai tempat asuhan, tempat mencari makan, tempat berlindung dan memijah.
- Kompleksitas struktural lamun (kerapatan, persentase tutupan, jumlah spesies) menentukan kelimpahan dan komposisi spesies sumber daya ikan yang berasosiasi dengannya.
- Lamun memiliki kemampuan mereduksi gas CO_2 sehingga berpotensi dalam upaya mitigasi perubahan iklim.
- Degradasi lamun dapat terjadi secara alami maupun secara antropogenik yang dapat menghilangkan asosiasi sumber daya ikan dengan lamun itu sendiri. Oleh sebab itu, upaya konservasi perlu dilakukan demi untuk keberlanjutan ekosistem lamun dan sumber daya ikan di suatu perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambo-Rappe, R., Muhammad, N., Latuconsina, H., & Lajus, D. (2013). Relationship between the tropical seagrass bed characteristics and the structure of the associated fish community.
- Ambo-Rappe, R. 2010. Struktur komunitas ikan pada padang lamun yang berbeda di pulau Barrang Lombo. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2), 62-73
- Azkab, M. H. (2006). Ada apa dengan lamun. *Oseana*, 31(3), 45-55.
- Bengen, D. G. (2002). Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Hutan Mangrove. *Pusat kajian sumberdaya pesisir dan lautan. Institusi Pertanian Bogor*.
- Borum J (1985) Development of epiphytic communities on eelgrass (*Zostera marina*) along a nutrient gradient in a Danish estuary. *Mar Biol* 87: 211–218
- Chittaro, P.M., Usseglio, P. and Sale, P.F. (2005) Variation in fish density, assemblage composition and relative rates of predation among mangrove, seagrass, and coral reef habitats. *Environmental Biology of Fishes*, **72**, 175-187.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Dawes, C. J. (1998). *Marine botany*. John Wiley & Sons. Florida. USA.
- Den Hartog, C. (1970). The sea-grasses of the world. *North-Holland, Amsterdam*.
- Den Hartog, C. D., & Kuo, J. (2006). Taxonomy and biogeography of seagrasses. In *Seagrasses: biology, ecology and conservation* (pp. 1-23). Springer, Dordrecht.

- Duarte, C. M., Marbã, N., Cébrian, J., Enriquez, S., Fortes, M. D., Gallegos, M. E., Merino, M., Olesen, B., San-Jensen, K., Uri, J. and Vermaat, J. (1994). Reconstruction of seagrass dynamics: age determination and associated tools for the seagrass ecologist. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 107: 195 – 209.
- Duarte CM, Terrados J, Agawin NSR, Fortes MD, Bach S and Kenworthy WJ (1997) Response of a mixed Philippine seagrass meadow to experimental burial. *Mar Ecol Prog Ser* 147: 285–294
- Edgar, G. J., & Shaw, C. (1995). The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia I. Species richness, size-structure and production of fishes in Western Port, Victoria. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 194(1), 53-81.
- Hemminga, M. A., & Duarte, C. M. (2000). *Seagrass ecology*. Cambridge University Press.
- Harris, J. M., & Feriz, M. B. (2011). *Forests, Agriculture, and Climate: Economics and Policy Issues*. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0203.x>
- Hyndes, G.A., Potter, I.C. & Lenanton, R.C.J. (1996). Habitat partitioning by whiting species (Sillaginidae) in coastal waters. *Environmental Biology of Fishes*, 45, 21-40.
- Horinouchi, M. 2007. Distribusi patterns of benthic juvenile gobies in and around seagrass habitat: Effectiveness of seagrass shelter against predators. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72: 657 – 664.
- Irawan A., Nganro N. R., (2016) Sebaran Lamun di Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 8 (1): 99 – 114.
- Jackson, E. L., Rowden, A. A., Attrill, M. J., Bossey, S. J., & Jones, M. B. (2001). The importance of seagrass beds as a habitat for fishery species. *Oceanography and marine biology*, 39, 269-304.

- Kimirei, I.A., Nagelkerken, I., Griffioen, B., Wagner, C. and Mgaya, Y.D. (2011) Ontogenetic habitat use by mangrove/seagrass-associated coral reef fishes shows flexibility in time and space. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92, 47-58.
- Kiswara, W., & Winardi, L. (1994). Keanekaragaman dan sebaran lamun di Teluk Kuta dan Teluk Gerupuk, Lombok Selatan. *J. Teknologi Kelautan Nasional*, 3(1), 23-36.
- Kiswara, W. (1994). A review: Seagrass ecosystem studies in Indonesia waters. In Wilkinson, C.R., Sudara, S. and Cjou L.M., Eds. *Proceeding on the ASEAN Australia Symposium on Living Coastal Resources*. Chulalongkorn University, Bangkok, 259-282.
- Kuo, J. (2007). New monoecious seagrass of *Halophila sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia. *Aquatic Botany*, 87(2), 171-175.
- Kuo, J., & Den Hartog, C. (2003). Seagrass taxonomy and identification key. *Global seagrass research methods*, 33, 31-58.
- Larkum, A. W., Orth, R. J., & Duarte, C. M. (2006). Seagrasses: biology, ecology and conservation. *Phycologia*, 45(5), 5.
- Lessy A. B., (2017) Struktur Komunitas Lamun dan Laju Pertumbuhan *Cymodocea rotundata* di Perairan Desa Liang Kabupaten Maluku Tengah. Tesis. Pascasarjana Ilmu Kelautan Universitas Pattimura. Ambon. 98 pp.
- Macreadie, P. I., Baird, M. E., Trevathan-Tackett, S. M., Larkum, A. W. D., & Ralph, P. J. (2014). Quantifying and modelling the carbon sequestration capacity of seagrass meadows—a critical assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 83(2), 430–439.
- Nellemann, C., E. Corcoran, C.M. Duarte, L. Valdés, C. DeYoung, L. Fonseca & G. Grimsditch. 2009. Blue carbon. A rapid response assessment. United Nations Environment Programme. Norway. 78 pp.
- Pessy T., (2021) Struktur Komunitas dan Sebaran Lamun di Perairan Pantai Negeri Hutumuri Pulau Ambon. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura, Ambon. 96 pp

- Phillips, R. C., & Menez, E. G. (1988). Seagrasses.
- Rahmawati, S., Fahmi & Yusup, D. S. (2012). Komunitas Padang Lamun dan Ikan Pantai di Perairan Kendari, Sulawesi Tenggara. *Ilmu Kelautan*, 17 (4). 190-198 pp
- Rooker, J.R., Holt, S.A., Soto, M.A. & Holt, G.J. (1998). Postsettlement patterns of habitat use by Sciaenid fishes in subtropical seagrass meadows. *Estuaries*, 21, 318-27.
- Ross, S.W. & Moser, M.L. (1995). Life history of juvenile gag, *Mycteroperca microlepis*, in North Carolina estuaries. *Bulletin of Marine Science*, 56, 222-37.
- Rustam, A, Adi, N. S., Daulat, A., Kiswara, W., Yusup, D. S., & Rappe, R. A. (2019). *Pedoman pengukuran karbon di ekosistem padang lamun*. ITB Press. Bandung
- Saraswati, S., Hartoko, A., & Suharti, S. R. (2016). Hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan larva ikan di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu Jakarta. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(3), 111-118.
- Sjafrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Rahmat., Anggraini, K., Rahmawati, S., & Suyarso. (2018). Status Padang Lamun Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI. 39 pp.
- Supriadi, S., Kaswadji, R. F., Bengen, D. G., & Hutomo, M. (2014). Carbon Stock of Seagrass Community in Barranglampo Island, Makassar (Stok Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Barranglampo, Makassar). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.1.1-10>
- Susetiono, (2004). Fauna Padang Lamun Tanjung Merah, Selat Lembeh. COREMAP, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. 106 p
- Syukur, A., Muchsin, Y. W. I., & Kamal, M. M. (2014). Status trofik ikan yang berasosiasi dengan lamun (seagrass) di Tanjung Luar Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 14(2).

- Tahalele F. L., (2020) Potensi dan Struktur Komunitas Lamun di Negeri Rutong Kecamatan Leitimur selatan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNPATTI. Ambon. 94 pp
- Tebaiy, S., Yulianda, F., & Muchsin, I. (2014). Struktur komunitas ikan pada habitat lamun di Teluk Youtefa Jayapura Papua [Fish community structure at seagrass beds habitat in Youtefa Bay Jayapura Papua]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1), 49-65.
- Tianotak R., (2016) Struktur Komunitas Lamun di Perairan Pantai Tanjung Tiram, Poka, Teluk Ambon Dalam. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura, Ambon.
- Tupan, C. I. Wawo, M. (2020a). The potential of seagrass as a carbon stock and carbon sequestration in suli coastal waters, Ambon Island, Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation Journal*, 26(2), 798–803
- Tupan, C. I., & Wawo, M. (2020b). Carbon stock of the seagrass *Enhalus acoroides* and *Thalassia hemprichii* in Tanjung Tiram coastal waters, Poka, Ambon Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 517(1), 12008
- Tupan, C. I., Sangur, F., & Lailossa, G. W. (2021). Potensi Karbon pada Lamun *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 5 (3). 293- 302 pp
- Tupan, C. I., & Azrianingsih, R. (2016). Accumulation and deposition of lead heavy metal in the tissues of roots, rhizomes and leaves of seagrass *Thalassia hemprichii* (Monocotyledoneae, Hydrocharitaceae). *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 9(3), 580-589.
- Tupan, C. I (2014). *Profil logam berat timbal (Pb) di perairan Pulau Ambon dan dampaknya terhadap respons struktur anatomi dan fisiologi lamun Thalassia hemprichii (Ehrenberg) Ascherson* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

Waliulu A. M., (2021) Kajian Eksistensi Komunitas Lamun dan Pengaruhnya terhadap Komposisi Moluska di Pantai Suli. Tesis. Pascasarjana MSKP. Universitas Pattimura. Ambon. 119 pp.

Waycott, M., McMahon, K., Mellors, J., Calladine, A., & Kleine, D. (2004). A guide to tropical seagrasses of the Indo-West Pacific.

Waycott, M., C.M. Duarte, T. J. B. Carruthers, S. Olyarnik, A. Calladine, J. W. Fourquearan, K.L. Heck Jr., A.R. Hughes, G.A. Kendrick, W.J. Kenworthy, F.T. Short and S.L. Williams. 2009. Accelerating loss of seagrass across the globe threaten coastal ecosystems. *PANS* 106(30): 12377-12381

Yalindua, F. Y., Ibrahim, P. S., & Manik, N. (2020). Diversitas Ikan pada Komunitas Padang Lamun di Pantai Kema, Sulawesi utara. *Jurnal Enggano* 5(3). 377-397 pp



TOPIK 4

SPESIES IKAN KOMERSIAL YANG SIKLUS HIDUPNYA BERGANTUNG PADA MANGROVE, LAMUN DAN TERUMBU KARANG

Jesaya A. Pattikawa, Laura Siahainenia, Yuliana Natan,
Yona A. Lewerissa

PENDAHULUAN

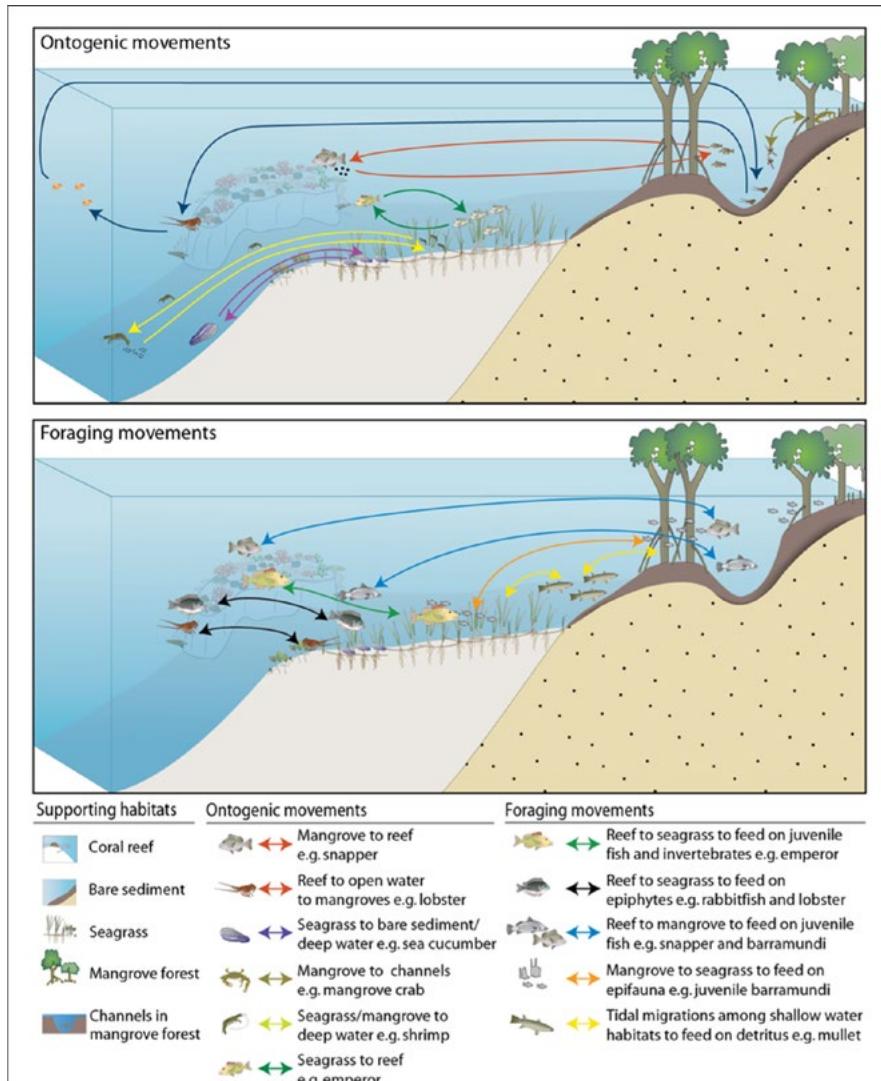
Selama masa hidupnya ikan (dalam modul ini memiliki arti luas, yaitu biota laut) mengalami pertumbuhan dan perubahan bentuk pada setiap stadianya yaitu mulai dari telur, larva, juvenil, hingga dewasa. Dalam siklus hidup tersebut, ada ikan yang hanya menempati satu habitat, namun ada juga yang menempati lebih dari satu habitat.

Perairan tropis dan sub-tropis memiliki tiga ekosistem yang khas di daerah pesisir yaitu hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Ketiga ekosistem ini menjadi habitat untuk berbagai biota laut termasuk ikan-ikan komersial.

Terumbu karang adalah sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut zooxanthellae. Terumbu karang merupakan habitat bagi berbagai spesies tumbuhan laut, hewan laut, dan mikroorganisme laut lainnya.

Mangrove didefinisikan sebagai tumbuhan khas daerah tropis dan subtropis yang tumbuh di daerah pantai dekat muara sungai pada substrat berlumpur atau lumpur berpasir yang dipengaruhi oleh pasang

surut (Saenger et al., 1983; Tomlinson, 1986; Wightman, 1989). Karena dipengaruhi oleh pasang surut, maka perubahan kondisi hidrologis (terutama suhu, salinitas, dan kecerahan) pada ekosistem mangrove sangat ekstrem.



Gambar 1. Ilustrasi penggunaan ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang oleh biota laut (Waycott et al., 2011)

Lamun adalah jenis tumbuhan Angiospermae yang dapat membentuk padang dan memiliki kontribusi secara ekologi yang cukup signifikan dalam meningkatkan kekayaan dan kelimpahan jenis organisme lain seperti ikan, invertebrata, dan tumbuhan epifit (Gillanders & Bloomfield, 2005).

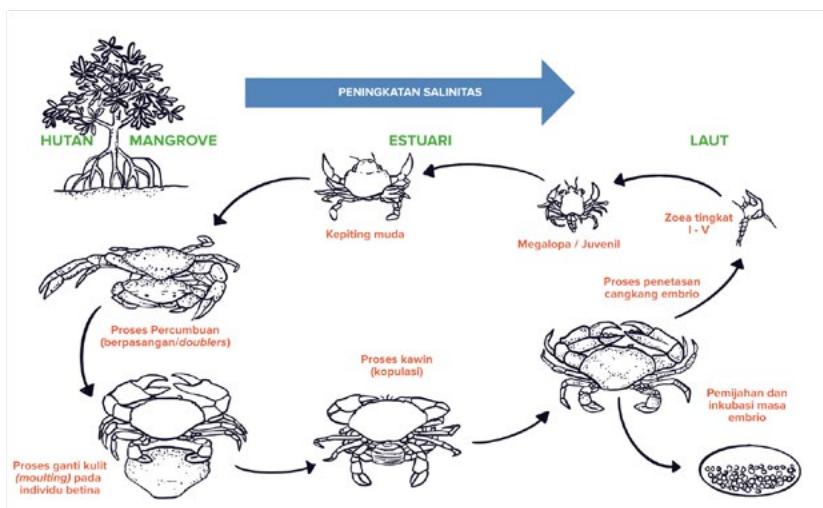
Ekosistem terumbu karang, mangrove, dan padang lamun digunakan oleh berbagai biota laut dalam seluruh atau sebagian siklus hidupnya sebagai tempat memijah, tempat asuhan, tempat mencari makan dan tempat untuk berlindung. Gambar 1a memperlihatkan ruaya ontogenetik antar habitat oleh biota laut kecil/muda sebagai tempat pembesaran dan menetap pada habitat barunya hingga berukuran besar/dewasa dan kemudian kembali ke habitat, dimana individu-individu besar sejenisnya berada. Sedangkan Gambar 1b adalah aktivitas singkat yang dilakukan oleh biota laut dari terumbu karang ke padang lamun dan mangrove untuk mencari makan pada waktu malam dan kemudian kembali lagi ke habitatnya setelah selesai makan.

Beberapa ikan komersial yang siklus hidupnya bergantung pada hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang akan dibahas dalam tulisan ini.

KEPITING BAKAU

Kepiting bakau (*Scylla* spp.) merupakan biota laut komersial dan bernilai ekonomis penting bagi nelayan tradisional yang mendiami daerah pesisir di perairan tropis dan subtropis. Kepiting bakau memiliki harga yang tinggi dan merupakan komoditas ekspor untuk negara-negara seperti Tiongkok, Singapura, Jepang, dan Taiwan (Agbayani, 2001; Ferdoushi et al., 2010). Kepiting bakau sewaktu dewasa menempati hutan mangrove, namun para induk betina meninggalkan hutan mangrove untuk memijah setelah kawin.

Menurut Arriola (1940); Hill (1974); Le Reste et al. (1976) dalam Siahainenia (2008), kepiting bakau melangsungkan perkawinannya di perairan hutan mangrove, dan secara berangsur-angsur sesuai dengan perkembangan telurnya, kepiting bakau betina akan bermigrasi ke perairan laut atau menjauhi pantai, hingga mencapai ekosistem lamun dan bahkan terumbu karang untuk mencari perairan yang parameter lingkungannya (terutama suhu dan salinitas perairan) cocok untuk fertilisasi dan pemijahan. Sedangkan kepiting bakau jantan setelah melakukan perkawinan akan tetap berada di perairan hutan mangrove (Gambar 2).



Gambar 2. Siklus hidup kepiting bakau (*Scylla spp.*) (Siahainenia 2008)

Kesimpulan ini dapat dibuktikan melalui hasil riset, di mana hasil analisis status reproduksi individu kepiting bakau betina menunjukkan perkembangan tingkat kematangan gonad (TKG) kepiting mengikuti zonasi dari arah belakang menuju zona depan hutan mangrove ke arah laut (Siahainenia & Makatita, 2020). Individu dengan TKG I, II dan III banyak ditemukan pada zona tengah dan belakang hutan mangrove, sedangkan individu dengan TKG IV & V ditemukan pada zona depan hutan mangrove dengan presentasi yang rendah (Siahainenia & Makatita, 2020). Individu dengan TKG V (memijah) baru ditemukan di zona bagian

luar hutan mangrove (ekosistem lamun dan bagian depan ekosistem terumbu karang) setelah dilakukan penangkapan menggunakan jaring (Siahainenia & Makatita, 2020). Selain itu, hasil analisis menunjukkan tidak diperoleh kepiting bakau hasil tangkapan nelayan bubi di kawasan mangrove dengan status TKG V (Yunus & Siahainenia, 2020). Setelah dilakukan penangkapan menggunakan jaring di luar kawasan hutan mangrove oleh peneliti, baru kemudian tertangkap kepiting bakau individu betina dengan status TKG V (Yunus & Siahainenia, 2020). Kondisi ini memperkuat teori migrasi reproduksi kepiting bakau menuju wilayah perairan laut, berdasarkan indikasi melimpahnya jumlah individu jantan dibandingkan betina.

Migrasi kepiting bakau betina yang matang gonad ke perairan laut merupakan upaya mencari perairan yang kondisinya cocok sebagai tempat memijah, inkubasi, dan menetasan telur. Dengan demikian merupakan juga upaya penjamin kelangsungan hidup embrio serta bagi larva yang dihasilkan. Kepiting bakau memijah pada perairan bersalinitas stabil dan relatif tinggi. Hastuti (1998) dalam Siahainenia (2008), menyatakan bahwa telur tingkat akhir, embrio, dan larva kepiting bakau merupakan penghuni laut dengan media bersalinitas tinggi (*polihaline*). Pada stadia ini kepiting bakau berada dalam lingkungan media dengan osmolaritas yang mantap yang mendekati isoosmotik dengan cairan internal tubuhnya.

Hal di atas berarti, mulai awal pembuahan sel telur, kepiting bakau sudah membutuhkan perairan dengan salinitas yang relatif tinggi. Menurut Primavera (1985) dalam Siahainenia (2008), reaksi akrosom sperma sangat tergantung dari adanya Ca^{++} dan lendir telur. Air laut adalah substansi yang mampu merangsang reaksi kortikal, sebelum terjadi pembuahan. Lapisan lendir yang terbentuk oleh reaksi kortikal tersebut, merupakan fasilitas sel telur untuk menangkap sperma yang tidak bergerak (nonmotil). Dengan demikian ketika kondisi perairan tidak mendukung terjadinya proses pembuahan, sel telur tidak akan terbuahi

tetapi akan diserap kembali oleh tubuh, apabila telah melewati tingkat kematangan akhir (Primavera, 1985 dalam Siahainenia, 2008).

Selain itu, salinitas dapat juga mempengaruhi embrio kepiting bakau secara langsung melalui tingkat kerja osmotik sebagai akibat perbedaan osmolaritas antara sitoplasma dengan cairan perivitelin, media eksternalnya, daya absorpsi air, dan berat jenis telur, serta proses pengerasan (*hardening*) selaput *chorion*. Fenomena ini diduga akan mempengaruhi efisiensi pemanfaatan energi kuning telur untuk pertumbuhan embrio (Gilles & Pequeux, 1983 dalam Siahainenia, 2008). Dikatakan pula bahwa semakin besar perbedaan osmolaritas antara cairan telur dengan media eksternal, maka semakin besar pula kebutuhan energi untuk kerja osmotik. Bila embrio berada pada perairan yang tekanan osmotiknya terlalu rendah (hipotonik), maka pengerasan selaput *chorion* akan terganggu, sehingga waktu penetasan embrio menjadi lebih lama. Sebaliknya bila embrio berada pada perairan yang tekanan osmotiknya terlalu tinggi (hipertonik), maka absorpsi air menjadi sulit.

Salinitas juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap larva kepiting bakau dalam hal ketersediaan oksigen terlarut di dalam air. Pada perairan bersalinitas tinggi, kelarutan oksigen perairan akan menjadi rendah. Sebaliknya pada perairan bersalinitas rendah, kelarutan oksigen perairan akan menjadi tinggi. Hill (1974) dalam Siahainenia (2008) yang meneliti toleransi larva (zoea) kepiting bakau terhadap tingkat salinitas, mengemukakan bahwa zoea pertama tidak tahan terhadap salinitas perairan yang rendah, sehingga mereka tidak cocok berada dalam lingkungan perairan estuari.

Migrasi individu betina ke perairan laut merupakan upaya menghindari suhu yang tinggi saat surut. Pada tingkat yang ekstrem, suhu perairan dapat menyebabkan mortalitas embrio, atau menyebabkan kelainan pada perkembangan embrio sehingga akhirnya akan menghasilkan larva abnormal. Sedangkan Hill (1974) dalam Siahainenia (2008) yang

meneliti toleransi kepiting bakau tingkat larva (zoea), menyatakan bahwa zoea kepiting bakau tidak tahan hidup pada perairan yang bersuhu tinggi. Dikatakan selanjutnya bahwa rendahnya kelulus-hidupan larva tingkat-tingkat awal (zoea I dan zoea II), pada suhu perairan yang tinggi mungkin merupakan alasan yang tepat terhadap penyebab kematian dalam usaha pemeliharaan larva kepiting bakau.

Migrasi ke perairan laut juga merupakan strategi terhadap kebutuhan kondisi perairan yang relatif cerah. Dengan demikian cahaya matahari dapat mencapai kedalaman yang diinginkan kepiting bakau untuk melakukan proses reproduksi. Primavera (1985) *dalam* Siahainenia (2008), menyatakan bahwa aspek cahaya yang mempengaruhi reproduksi adalah intensitas, periode panjang hari, dan spektrum cahaya. Vernberg dan Vernberg (1972) *dalam* Siahainenia (2008), menyatakan bahwa pada dasarnya warna cahaya mempengaruhi mekanisme fisiologis krusetasea, melalui rangsangan panjang gelombang cahaya yang diterima oleh reseptor cahaya pada mata. Selanjutnya, pola rangsangan tersebut diteruskan ke sistem syaraf pusat, yang kemudian memerintahkan untuk mem polarisasikan cahaya menurut perbedaan rangsangannya. Perbedaan tingkat rangsangan tersebut mempunyai pengaruh yang berbeda secara biologis terhadap aktivitas pergerakan dan reproduksi. Selain itu kecerahan perairan yang tinggi menyebabkan cahaya matahari masuk ke perairan yang lebih dalam, sehingga dapat membantu pertumbuhan fitoplankton, yang akhirnya menghadirkan zooplankton sebagai makanan alami larva kepiting bakau .

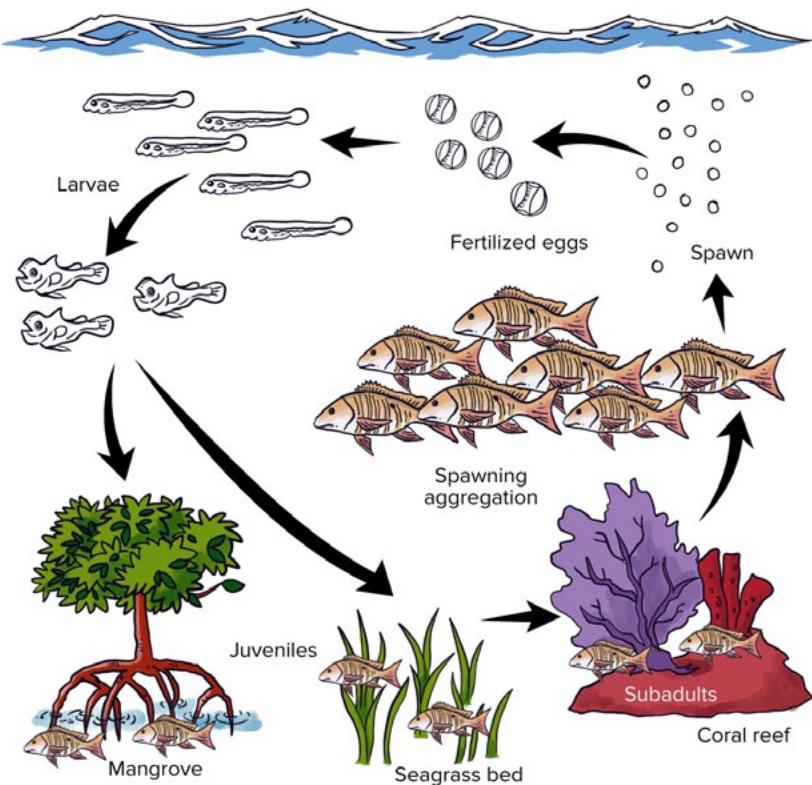
Menurut Estampador (1949) *dalam* Siahainenia (2008), perkembangan kepiting bakau dalam daur hidupnya dibagi atas tiga stadia, yaitu: stadia embrionik, stadia larva, dan stadia pascalarva. Secara lebih detail Motoh (1977) *dalam* Siahainenia (2008), menyatakan bahwa perkembangan kepiting bakau (*Scylla serrata*) mulai dari telur hingga dewasa mengalami beberapa tingkat perkembangan, yaitu: stadia zoea, stadia megalopa, stadia kepiting muda (juvenile), dan stadia kepiting bakau dewasa.

Setelah telur menetas di perairan laut, muncul larva tingkat I (zoea I) yang akan terus menerus berganti kulit (*molting*), kemudian terbawa arus ke perairan pantai, hingga mencapai stadia zoea V. Proses ini memerlukan waktu minimal 18 hari. Setiap kali pergantian kulit zoea tumbuh dan berkembang, yang antara lain ditandai oleh penambahan setae renang pada *endopod maxilliped*-nya (Warner 1977 dalam Siahainenia 2008). Zoea V kemudian akan mengalami pergantian kulit menjadi megalopa, yang bentuk tubuhnya sudah mirip dengan kepiting dewasa, kecuali masih memiliki bagian ekor yang panjang. Menurut Motoh (1977) dalam Siahainenia (2008), megalopa yang lebih mirip kepiting dewasa sering dirujuk sebagai kepiting pada stadia pascalarva. Proses perkembangan dari stadia megalopa ke stadia kepiting bakau muda (juvenile), memerlukan waktu antara 11-12 hari. Kepiting bakau muda akan bermigrasi kembali ke hulu estuari, kemudian berangsar-angsar memasuki hutan mangrove, hingga berkembang menjadi kepiting bakau dewasa.

IKAN KARANG

Ikan karang yang mendiami terumbu karang di daerah pesisir terutama dari famili Serranidae, Lutjanidae, dan Letrinidae memiliki nilai komersial karena harganya yang tinggi. Walaupun memiliki nilai komersial, penelitian tentang siklus hidup ikan karang terutama pemilihan habitat untuk menetap pada saat awal siklus hidupnya sangat minim. Kurangnya informasi ini mungkin disebabkan karena masa larva yang singkat dan jenis kriptik ikan karang serta pemilihan habitat yang ditempati biasanya dilakukan pada waktu malam hari (Leis & McCormick, 2002; Irisson & Lecchini, 2008).

Hampir semua ikan karang, memiliki tahap larva pelagis. Setelah tahap ini, larva kemudian menuju habitat dekat pantai yaitu mangrove dan padang lamun dan menetap sebagai juvenil bentik dan menghabiskan siklus hidupnya sebagai juvenil pada habitat tersebut. Selanjutnya, ketika larva memasuki tahap dewasa maka ikan akan berenang menuju terumbu karang (Gambar 3).



Gambar 3. Ilustrasi siklus hidup ikan karang (Browne & Kilpatrick, 2017)

Bagaimana larva ikan karang dapat mengetahui ketiga habitat tersebut masih merupakan misteri, namun ada hipotesis yang menyatakan bahwa pengenalan larva ikan terhadap habitat itu mungkin berasal dari bahan kimia karang (Atema et al., 2002; Huijbers et al., 2008) atau mungkin juga dari bunyi-bunyian yang berasal dari karang (Montgomery et al., 2006; Simpson et al., 2008).

Setelah menemukan terumbu karang, karena memiliki kemampuan berenang sebagai pascalarva maka larva ikan karang akan memilih substrat yang cocok sebagai bentik larva (Booth & Wellington 1998, Lecchini et al. 2005, 2007; Irisson & Lecchini 2008) apakah pada hutan mangrove, padang lamun, atau terumbu karang. Pemilihan habitat yang

paling cocok ini dapat dilakukan dalam waktu yang singkat karena letak ketiga habitat tersebut berdekatan satu sama lainnya. Ikan karang dari famili Serranidae dan Lutjanidae biasanya memilih hutan mangrove sebagai habitat pada tahap larva hingga juvenil sedangkan famili Lethrinidae lebih memilih padang lamun pada fase tersebut (Browne & Kilpatrick, 2017).

Unsworth et al. (2014) melaporkan bahwa dari 41 kajian yang dilakukan secara independen di Indo-Pasifik ditemukan 694 spesies yang diklasifikasikan berasosiasi dengan padang lamun dalam siklus hidupnya. Klasifikasi suatu spesies berasosiasi dengan padang lamun ini dilakukan berdasarkan laporan dari paling kurang dua hasil penelitian yang berbeda. Dalam penelitian yang dilakukan di padang lamun Taman Nasional Wakatobi (TNW), Unsworth et al. (2014) menemukan 106 spesies ikan yang dalam siklus hidupnya berasosiasi dengan lamun. Selanjutnya dilaporkan bahwa dari 10 spesies ikan karang yang umum ditemukan di padang lamun TNW, ikan karang dari famili Lethrinidae memiliki kontribusi terbesar dengan lima spesies, di mana dua spesies di antaranya yaitu *Lethrinus harak* memiliki frekuensi kehadiran terbanyak dan *L. genivittatus* memiliki jumlah individu terbanyak. Sebanyak tiga spesies dari famili Lethrinidae yaitu *L. harak*, *L. lentjan*, dan *L. rubrioperculatus* ditemukan di padang lamun TNW, baik sebagai individu dewasa maupun dalam bentuk juvenil dengan kelimpahan yang tinggi (Unsworth et al. 2014). Hasil penelitian laboratorium pun juga menunjukkan bahwa larva bentik ikan karang famili Lethrinidae lebih memilih substrat dengan tumbuhan lamun dibandingkan dengan substrat dengan terumbu karang (Nakamura et al., 2009).

Ikan kerapu, *the Atlantic goliath grouper (Epinephelus itajara)* adalah ikan karang yang berumur panjang hingga 100 tahun (Sadovy & Eklund, 1999 dalam Browne & Kilpatrick, 2017) dan bertumbuh hingga lebih dari 200 cm panjang total di mana ikan ini menghabiskan seluruh masa hidupnya dari larva bentik hingga juvenil di hutan mangrove. Pada tahap akhir juvenil menjelang dewasa yaitu saat berumur sekitar 5 tahun

dengan panjang total sekitar 90 cm, ikan ini akan bermigrasi ke terumbu karang (Koenig et al., 2007 dalam Browne & Kilpatrick, 2017).

Pemilihan hutan mangrove dan padang lamun sebagai habitat bagi larva dan juvenil ikan karang karena kedua ekosistem tersebut menyediakan makanan yang berguna untuk pertumbuhan larva dan juvenil ikan karang serta menyediakan tempat berlindung bagi mereka dari serangan predator.

Penelitian yang spesifik tentang jenis-jenis ikan karang yang bermigrasi dari mangrove dan/ atau lamun ke terumbu karang ataupun ukuran per spesies ikan karang pada masing-masing habitat selama siklus hidupnya serta lama waktu yang dihabiskan pada tahap larva/juvenil di tempat pembesaran pada hutan mangrove/padang lamun sebelum bermigrasi ke terumbu karang masih sangat kurang. Oleh karena itu penelitian-penelitian untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut sangat diperlukan. Kajian seperti ini memerlukan metode yang spesifik seperti misalnya metode pemberian tanda (*tagging*) dan tangkap ulang (*recaptured*) ataupun penggunaan *internal microtags/ transponders* (Gullström et al., 2012).

Dari penjelasan singkat di atas, maka dapat dimengerti tentang pentingnya ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang dalam kehidupan biota laut sehingga ketiga habitat tersebut perlu dilindungi dan dilestarikan. Keberadaan Kawasan Konservasi Perairan (KKP) atau *Marine Protected Area* (MPA) diharapkan akan menjamin keberlanjutan biota laut karena adanya kepastian pasokan/aliran (*spillover*) untuk merekrut individu muda dari habitat pembesaran ke habitat biota laut dewasa, di mana nantinya sebagian individu dewasa akan membentuk *spawning aggregation* untuk menghasilkan larva dan sebagian besar lainnya akan memasuki daerah penangkapan (*fishing ground*) dan dapat ditangkap oleh nelayan.

KESIMPULAN

Hutan mangrove, padang lamun dan terumbu karang memiliki peran penting bagi kehidupan biota laut. Ikan komersial dalam siklus hidupnya sangat bergantung pada ketiga ekosistem ini karena ketiganya dapat digunakan sebagai tempat untuk memijah, tempat pembesaran/asuhan, tempat mencari makan dan tempat untuk berlindung dari serangan ikan-ikan predator besar.

Makalah ini hanya membahas tentang ketergantungan spesies ikan komersial kepiting bakau dan ikan karang pada ketiga ekosistem pesisir yaitu mangrove, lamun, dan terumbu karang. Perlu ada kajian lebih jauh tentang pengaruh ketiga ekosistem pesisir ini terhadap kelompok spesies ikan komersial lainnya, khususnya pelagis kecil dan pelagis besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbayani R.F., 2001. Production economics and marketing of mud crabs in the Philippines. Asian Fish. Sci 14:201-210.
- Atema J, Kingsford MJ, Gerlach G., 2002. Larval reef fish could use odour for detection, retention and orientation to reefs. Mar Ecol Prog Ser 241:151–160
- Booth DJ and Wellington G.,1998. Settlement preferences in coral-reef fishes: effects on patterns of adult and juvenile distributions, individual fitness and population structure. Aust J Ecol 23:274–279.
- Browne RK, Kilpatrick DA., 2017. The Sustainable Management of the Atlantic Goliath Grouper (*Epinephelus itajara*) in Belize. Version 1.1. Report. Sustainability America. Sarteneja, Belize. 17 hal
- Ferdoushi Z, Xiang-guo Z, Hasan MR., 2010. Mud crab (*Scylla* sp.) marketing system in Bangladesh. As. J Food Ag-Ind. 3(02):248-265.
- Huijbers CM, Mollee EM, Nagelkerken I., 2008. Post-larval French grunts (*Haemulon flavolineatum*) distinguish between seagrass, mangrove and coral reef water: implications for recognition of potential nursery habitats. J Exp Mar Biol Ecol 357:134–139.
- Gillanders BM, Bloomfield AL. 2005. Fish and invertebrate assemblages in seagrass, mangrove saltmarsh, and non-vegetated habitats. Estuaries 28: 63 – 71
- Gullström M, Dorenbosch M, Lugendo BR, Mwandyia AW, Mgaya YD and Berkström C., 2012. Biological connectivity and nursery function of shallow-water habitats in Chwaka Bay. In People, Nature and Research in Chwaka Bay, Zanzibar, Tanzania, de la Torre-Castro, M. and T.J. Lyimo (eds.). WIOMSA, Zanzibar Town. pp 175-192.

- Irisson JO, Lecchini D., 2008 In situ observation of settlement behaviour in larvae of coral reef fishes at night. *J Fish Biol* 72:2707–2713.
- Lecchini D, Osenberg CW, Shima JS, St Mary CM, Galzin R., 2007. Ontogenetic changes in habitat selection during settlement in a coral reef fish: ecological determinants and sensory mechanisms. *Coral Reefs* 26:423–432.
- Lecchini D, Shima J, Banaigs B, Galzin R., 2005. Larval sensory abilities and mechanisms of habitat selection of a coral reef fish during settlement. *Oecologia* 143:326–334
- Leis JM and McCormick MI., 2002. The biology, behavior, and ecology of the pelagic, larval stage of coral reef fishes. In: Sale PF (ed) *Coral reef fishes*. Academic Press, New York, pp 171–199
- Montgomery JC, Jeffs A, Simpson SD, Meekan M, Tindle C., 2006. Sound as an orientation cue for the pelagic larvae of reef fishes and decapod crustaceans. *Adv Mar Biol* 51: 143–196.
- Saenger, P., E.J. Hegerl & J.D.S. Davie. 1983. Global Status of Mangrove Ecosystems. IUCN Commission on Ecology Papers No. 3, 88 hal.
- Siahainenia, L. 2008. Bioekologi kepiting bakau (*Scylla* spp.) di ekosistem mangrove Kabupaten Subang Jawa Barat. [Dissertasi]. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 246 hal
- Simpson SD, Meekan MG, Jeffs A, Montgomery JC, McCauley RD., 2008. Settlement-stage coral reef fish prefer the higher-frequency invertebrate-generated audible component of reef noise. *Anim Behav* 75:1861–1868.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 419 hal.
- Unsworth RKF, Hinder SL, Bodger OG and Cullen-Unsworth LC., 2014. Food supply depends on seagrass meadows in the coral triangle. *Environ. Res. Lett.* 9 094005. 9 hal.
- Waycott M, McKenzie LJ, Mellors JE, Ellison JC, Sheaves MT, Collier C, Schwarz AM, Webb A, Johnson JE and Payri CE., 2011. Vulnerability of mangroves, seagrasses and intertidal flats in the tropical

Pacific to climate change. In: Bell JD, Johnson JE and Hobday AJ (eds) *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia. pp 269-368

Wightman, G.M. 1989. Mangroves of the Northern Territory. Northern Territory Botanical Bulletin No. 7. Conservation Commission of the Northern Territory, Palmerston, N.T., Australia. 130 hal.



EKOSISTEM LAMUN, MANGROVE DAN TERUMBU KARANG SEBAGAI SUATU SISTEM BIOEKOLOGIS

Laura Siahainenia, Charlotha I. Tupan, Reinhardus Pentury,
Masudin Sangadji

PENDAHULUAN

Menurut UU RI No 1 Tahun 2014 tentang perubahan atas UU RI No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, dijelaskan bahwa wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Sedangkan perairan pesisir adalah laut yang berbatasan dengan daratan meliputi perairan sejauh 12 mil laut diukur dari garis pantai, perairan yang menghubungkan pantai dan pulau-pulau, estuari, teluk, perairan dangkal, rawa payau, dan laguna. Definisi tersebut menekankan bahwa wilayah pesisir:

- a. Merupakan pertemuan antara daratan dan perairan laut,
- b. Memiliki batas-batas wilayah,
- c. Memiliki berbagai ekosistem berbeda yang saling berinteraksi satu dengan lainnya,
- d. Memiliki sumber daya hayati dan non-hayati pesisir dan laut yang dimanfaatkan secara intensif,
- e. Sangat terdampak akibat dinamika lingkungan darat dan perairan laut.

Pada wilayah pesisir terjadi proses interaksi antar komponen wilayah darat dan perairan laut sehingga membentuk suatu sistem (ekosistem). Definisi ekosistem menurut beberapa sumber, sebagai berikut:

- Menurut Tansley (1935), ekosistem adalah unit ekologi yang melibatkan struktur dan fungsi. Struktur terkait dengan keragaman spesies, sedangkan fungsi terkait dengan daur materi dan aliran energi antar komponen dalam ekosistem tersebut.
- Menurut Odum (1996), ekosistem adalah unit yang meliputi kumpulan organisme di suatu wilayah tertentu yang memiliki hubungan timbal balik dengan lingkungannya, sehingga menciptakan adanya aliran energi.
- Menurut Soemarwoto (1983), ekosistem adalah suatu sistem ekologis yang terbentuk oleh interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya.
- Menurut UU No 1 Tahun 2014, ekosistem adalah kesatuan komunitas tumbuh-tumbuhan, hewan, organisme dan non-organisme lain serta proses yang menghubungkannya dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas.

Berbagai definisi di atas menggambarkan ekosistem sebagai suatu sistem yang memiliki beragam komponen dengan fungsi berbeda, yang saling berinteraksi dalam proses sederhana maupun kompleks, seperti melalui rantai makanan, jaring makanan dan/atau siklus biogeokimia, sehingga menghasilkan daur materi dan aliran energi. Interaksi yang terjadi berlangsung baik antara komponen biotik dengan biotik maupun antara komponen biotik dan abiotik. Interaksi antar komponen biotik dapat berlangsung melalui mekanisme simbiosis, predasi, dan kompetisi pada level spesies, populasi, maupun komunitas. Sedangkan interaksi antara komponen biotik dan abiotik dapat berlangsung, misalnya melalui proses fotosintesis dan pengaruh suhu bagi kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan.

Konsekuensi dari interaksi yang tercipta antar komponen penyusun suatu ekosistem adalah bila terjadi ketidakseimbangan komponen penyusun maka keseluruhan sistem, baik struktur fungsional maupun keseimbangan dapat terganggu (Rochmady, 2010). Hal ini menyebabkan terjadinya dinamika pada ekosistem; secara alamiah ekosistem memiliki kemampuan memperbaiki dirinya (resiliensi) dalam upaya menjaga keseimbangannya (homeostasis ekosistem). Keseimbangan suatu ekosistem akan tercapai apabila komponen-komponen dalam ekosistem tersebut berimbang. Dengan demikian proses interaksi dan pemenuhan kebutuhan bagi proses kehidupan berlangsung baik. Keseimbangan tersebut harus tetap terjaga sehingga keberlanjutan aliran energi maupun siklus nutrien dalam ekosistem tetap berlangsung.

Ekosistem wilayah pesisir sebagai kesatuan komponen wilayah darat dan perairan laut, mengandung berbagai komponen darat maupun perairan laut. Menurut Bengen (2004) karakteristik dari beberapa ekosistem utama di wilayah pesisir adalah:

- a. Mengandung ekosistem mangrove, estuari, terumbu karang, dan padang lamun dengan berbagai sumber daya dan jasa lingkungan,
- b. Dicirikan oleh adanya konflik kepentingan pemanfaatan sumber daya dan ruang sehingga menyebabkan kerusakan terhadap integritas fungsional dari sistem sumber daya,
- c. Merupakan tulang punggung ekonomi negara dari berbagai aktivitas pemanfaatan,
- d. Umumnya padat penduduk dan menjadi target urbanisasi.

Secara umum ekosistem pesisir (terutama perairan laut tropis) disusun oleh tiga ekosistem utama yaitu ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang. Ketiga ekosistem utama wilayah pesisir tersebut memiliki fungsi tertentu dalam menciptakan keseimbangan ekosistem wilayah pesisir (Ogden & Gladfelter, 1983 *dalam* Rochmady, 2010).

Ketiga ekosistem saling mendukung baik dalam peran dan fungsinya. Dengan demikian, ketiga ekosistem tersebut menjadi penting dalam hal ketersediaan dan keberlanjutan sumber daya perikanan. Salah satu dari tiga ekosistem mengalami kerusakan, hilang atau penurunan, maka peran dan fungsi tiga ekosistem tidak berjalan dengan baik, maka akan berdampak dan mengakibatkan terganggunya peran dan fungsi ketiga ekosistem tersebut. Ketidakseimbangan tiga ekosistem akan berpengaruh terhadap potensi sumber daya perikanan dan perairan di lingkungan sekitarnya.

Sebagai contoh, hasil penelitian yang dilaksanakan di Karibia menunjukkan bahwa kepadatan juvenil ikan jauh lebih padat pada ekosistem bakau dibandingkan dengan di padang lamun dan terumbu karang. Juvenil ikan dari famili Lutjanidae dan Haemulidae sangat tergantung dari keberadaan mangrove dan padang lamun sebagai habitatnya. Menurut Huliselan et al., 2017, hubungan timbal balik antar ekosistem tersebut menyebabkan adanya keterkaitan antar organisme dalam memanfaatkan ketiga ekosistem tersebut baik secara biologi maupun ekologi. Keberadaan tiga ekosistem penting tersebut dimanfaatkan berbagai jenis ikan bernilai ekonomis penting sebagai tempat bertelur, mencari makan, berlindung, dan sebagai daerah asuhan bagi anakannya, sehingga ketidakseimbangan salah satu ekosistem tersebut dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem lainnya (ketidakseimbangan terjadi antara lain karena aktivitas manusia).

DASAR TEORI

Wilayah pesisir memiliki tiga ekosistem penting yaitu ekosistem mangrove, ekosistem lamun, dan ekosistem terumbu karang. Ketiga ekosistem tersebut saling berinteraksi dan memiliki koneksi secara fisik (ekologis) maupun biologis (Sjafrie, 2016). Pemahaman interaksi sistem fisik (ekologis) dan biologis dari ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang, didasarkan pada kajian teoritis tentang karakter dan fungsi bioekologis dari masing-masing ekosistem tersebut.

Karakter dan Fungsi Ekosistem Mangrove

Vegetasi mangrove sebagai komponen utama penyusun ekosistem mangrove tumbuh dan berkembang pada kawasan pantai berlumpur, lumpur berpasir, dan liat di wilayah tropis dan subtropis. Vegetasi mangrove mampu tumbuh dan berkembang secara baik di daerah intertidal dan supratidal yang memiliki dinamika salinitas dan penggenangan air, transpor sedimen, nutrien, dan polutan, baik yang berasal dari daratan maupun lautan. Beberapa spesies mangrove seperti *Nypa* sp. ditemukan tumbuh di daerah rawa-rawa yang mendapat pengaruh air laut (Nybakken, 1992).

Ekosistem mangrove menempati daerah intertidal dan supratidal yang terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat. Ekosistem mangrove umumnya menempati pantai-pantai teluk dangkal, estuari, delta dan area pantai yang terlindung. Menurut Waryono (2000) karakter ekologis ekosistem mangrove adalah:

- a. Tumbuh pada substrat yang tergenang air laut secara berkala. Penggenangan dapat terjadi setiap saat atau pada periode pasang air laut, dengan periode dan lama waktu penggenangan yang berbeda,
- b. Menerima aliran air tawar dari darat melalui sungai, limpahan permukaan (*run off*) dan atau air tanah. Kondisi ini menyebabkan penurunan salinitas air pada kawasan mangrove. Selain itu aliran air tawar sebagai media transpor unsur hara dan sedimen dari daratan,
- c. Memiliki tipe substrat berlumpur, liat atau berpasir halus, yang bersumber dari proses pelapukan batuan pada lahan atas,
- d. Menempati kawasan perairan dengan arus yang relatif tenang; suhu udara kurang dari 40°C; dengan salinitas 2-22 ppt (payau) hingga 38 ppt (asin),
- e. Kondisi topografi pantai datar/landai.

Secara bioekologis, ekosistem mangrove memiliki fungsi sebagai berikut:

- Menyediakan keanekaragaman sumber daya hayati (biodiversitas),
- Sumber plasma nutfah perairan laut,
- Penghasil serasah dan detritus yang meningkatkan bahan organik di perairan,
- Komponen utama rantai makanan di ekosistem mangrove secara khusus dan lingkungan perairan laut secara umum,
- Menyediakan berbagai komponen rantai makanan,
- Pemasok larva organisme pesisir dan laut,
- Kontributor produktivitas primer perairan,
- Pereduksi emisi karbon dari atmosfer serta perairan pesisir dan laut,
- Tempat berlindung bagi larva dan juvenil,
- Sebagai tempat asuhan (*nursery ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*) dan tempat memijah (*spawning ground*) organisme perairan pesisir dan laut,
- Menjebak sedimen, nutrien, dan polutan,
- Pelindung pantai dari abrasi,
- Meminimalisasi arus dan gelombang,
- Pelindung daratan dari gelombang dan angin,
- Penahan aliran air tawar dari daratan,
- Mereduksi intrusi air laut.

Karakter dan Fungsi Ekosistem Lamun

Lamun sebagai komponen utama penyusun ekosistem lamun, merupakan tumbuhan yang secara struktur dan fungsi memiliki kesamaan dengan tumbuhan yang hidup di daratan, yaitu secara morfologi tampak adanya

daun, batang, akar, bunga dan buah, hanya saja karena lamun hidup di bawah permukaan air, maka sebagian besar lamun melakukan penyerbukan di dalam air dan sepenuhnya menyesuaikan diri untuk hidup terbenam dalam laut (Azkab, 2006). Dahuri (2003) menyatakan bahwa lamun memiliki sistem perakaran sejati, dedaunan dan sistem transportasi internal untuk gas dan nutrien serta akar yang kurang berfungsi dalam pengambilan air karena daun dapat absorpsi nutrien secara langsung dari dalam air laut. Lamun dapat mengabsorpsi nutrien dan melakukan fiksasi nitrogen melalui tudung akar, dan dilengkapi dengan ruang udara agar dapat tetap mengapung dalam kolom air.

Lamun mempunyai bentuk-bentuk pertumbuhan yang sangat erat kaitannya dengan perbedaan ekologinya (Den Hartog 1970 dalam Azkab dan Kiswara, 1994). Bentuk pertumbuhan tersebut dapat dibagi menjadi 6 kategori yaitu:

- a. Parvozosterid, dengan daun memanjang dan sempit, misalnya pada *Halodule* spp., *Zostera* spp. sub marga *Zosterella*,
- b. Magnozosterid, dengan daun memanjang dan agak lebar, misalnya *Zostera* spp. sub marga *Zostera*, *Cymodocea* spp., dan *Thalassia* spp,
- c. Syringodiid, dengan daun bulat seperti lidi dan ujung runcing, misalnya *Syringodium* spp,
- d. Enhalid, dengan daun panjang dan kaku seperti kulit atau berbentuk ikat pinggang yang kasar, misalnya *Enhalus* spp., *Posidonia* spp. dan *Phyllospadix* spp,
- e. Halophilids, dengan daun bulat telur, clips, berbentuk tombak atau panjang, rapuh dan tanpa saluran udara, misalnya *Halophila* spp,
- f. Amphibolid, dengan daun tumbuh teratur pada kiri dan kanan. Misalnya *Amphibolis* spp., *Thalassodendron* spp., dan *Heterozostera* spp.

Menurut Nybakken (1992) dan Bengen (2004), karakter ekologis ekosistem lamun adalah sebagai berikut:

- a. Lamun hidup di perairan dangkal yang agak berpasir, sering pula dijumpai di terumbu karang,
- b. Tumbuh membentuk komunitas yang lebat hingga merupakan padang lamun (*seagrass bed*) yang cukup luas,
- c. Tumbuh pada daerah pasang surut sampai pada kedalaman 50 – 60 meter,
- d. Memiliki tipe substrat dasar yang beragam, mulai dari substrat berlumpur sampai berbatu namun padang lamun yang luas lebih sering ditemukan di substrat lumpur berpasir yang tebal antara hutan rawa mangrove dan terumbu karang,
- e. Lamun tumbuh subur terutama di daerah terbuka pasang surut dan perairan pantai atau goba yang dasarnya berupa lumpur, pasir, kerikil, dan patahan karang mati, dengan kedalaman sampai 4 meter. Dalam perairan yang sangat jernih, beberapa jenis lamun bahkan ditemukan tumbuh sampai kedalaman 8 - 15 meter dan 40 meter (den Hartog, 1970; Erftemeijer, 1993 *dalam* Dahuri, 2003),
- f. Lamun terkonsentrasi pada dua daerah utama yaitu daerah Indo-Pasifik dan pantai-pantai Amerika tengah, di daerah Karibia-Pasifik, dan keanekaragaman tertinggi di temukan di daerah Indo-Pasifik, dengan 7 genera pada daerah tropis, sedangkan 5 genera pada daerah subtropis (den Hartog 1970 *dalam* Azkab, 2006). Dari 25 spesies yang hidup di daerah tropis, 12 di antaranya dijumpai di perairan Indonesia (Den Hartog, 1970 *dalam* Supriharyono, 2007), namun demikian pada tahun 2007 ditemukan spesies lamun baru di perairan Sulawesi yaitu *Halophila sulawesi* (Kuo, 2007),
- g. Lamun menyebar secara vertikal pada daerah pasang surut dan berbeda menurut genus, seperti *Halodule* spp. Dan *Halophila* spp., umumnya tersebar dari daerah intertidal yang tertinggi sampai

subtidal yang terendah, *Thalassia* spp. Dan *Cymodocea* spp. Tersebar di sekitar intertidal tertinggi sampai ke subtidal teratas, sedangkan *Posidonia* spp. Dan *Syringodium* spp. Cenderung terbatas di daerah subtidal (Supriharyono, 2007).

Secara bioekologis ekosistem lamun memiliki fungsi sebagai berikut:

- Menyediakan keanekaragaman sumber daya hayati (biodiversitas),
- Sumber plasma nutfah perairan laut,
- Penghasil serasah dan detritus yang meningkatkan bahan organik di perairan,
- Komponen utama rantai makanan di ekosistem lamun secara khusus dan lingkungan perairan laut secara umum,
- Menyediakan berbagai komponen rantai makanan,
- Pemasok larva organisme pesisir dan laut,
- Kontributor produktivitas primer perairan,
- Mereduksi emisi karbon dari atmosfer serta perairan pesisir dan laut,
- Menjebak dan menetralkan sedimen,
- Menjebak nutrien dan polutan,
- Tempat berlindung dari juvenil dan ikan-ikan muda,
- Sebagai area mencari makan, area memijah, area bertelur, area fertilisasi (eksternal), serta area inkubasi massa telur dan embrio dari berbagai organisme pesisir dan laut,
- Pelindung substrat dan organisme penghuni substrat dasar lamun dari intensitas cahaya matahari saat surut,
- Meminimalkan arus dan gelombang,
- Menjaga kelembapan substrat dasar lamun.

Karakter Bioekologis Terumbu Karang

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan suatu ekosistem khas dan mempunyai peran penting di wilayah pesisir dan laut. Pada dasarnya terumbu dibentuk dari endapan-endapan masif kalsium karbonat, yang dihasilkan oleh hewan karang pembentuk terumbu (karang hermatipik) dari filum Cnidaria dan ordo Scleractinia yang hidup bersimbiosis dengan zooxanthellae dan mendapat sedikit tambahan dari alga berkapur serta organisme lain yang menyekresi kalsium karbonat.

Ekosistem terumbu karang merupakan suatu ekosistem khas yang terdapat di perairan pesisir daerah tropis. Beberapa faktor lingkungan yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang:

- Suhu air $>18^{\circ}\text{C}$, tetapi untuk keperluan pertumbuhan yang optimum diperlukan suhu air dengan rentang $23 - 25^{\circ}\text{C}$, dengan suhu maksimum yang masih dapat ditoleransi $36 - 40^{\circ}\text{C}$,
- Salinitas air konstan, berkisar antara 32 – 35 pp,
- Kedalaman perairan $<50\text{ m}$, dengan kedalaman optimal untuk pertumbuhan sekitar 25 m.,
- Kecerahan (transparansi) tinggi (jernih) dan tidak terganggu sedimentasi,
- Bebas dari pencemaran limbah padat (sampah) dan limbah cair.

Secara bioekologis ekosistem terumbu karang memiliki fungsi sebagai berikut:

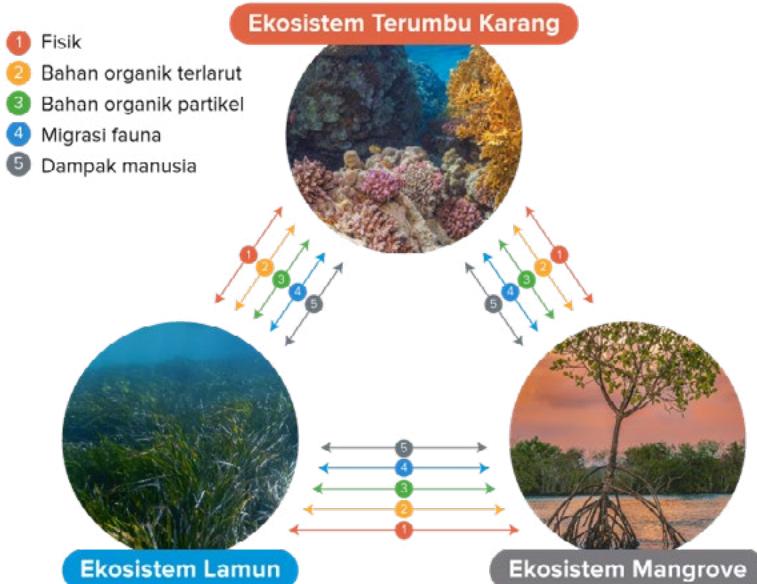
- Menyediakan keanekaragaman sumber daya hayati (biodiversitas),
- Sumber plasma nutfah perairan laut,
- Komponen rantai makanan di ekosistem terumbu karang secara khusus dan lingkungan perairan laut secara umum,

- Menyediakan berbagai komponen rantai makanan,
- Pemasok larva organisme pesisir dan laut,
- Kontributor produktivitas primer perairan,
- Sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*), tempat fertilisasi (*fertilization ground*), dan tempat inkubasi (*incubation ground*) berbagai organisme pesisir dan laut,
- Pelindung pantai dengan cara meminimkan arus dan gelombang.

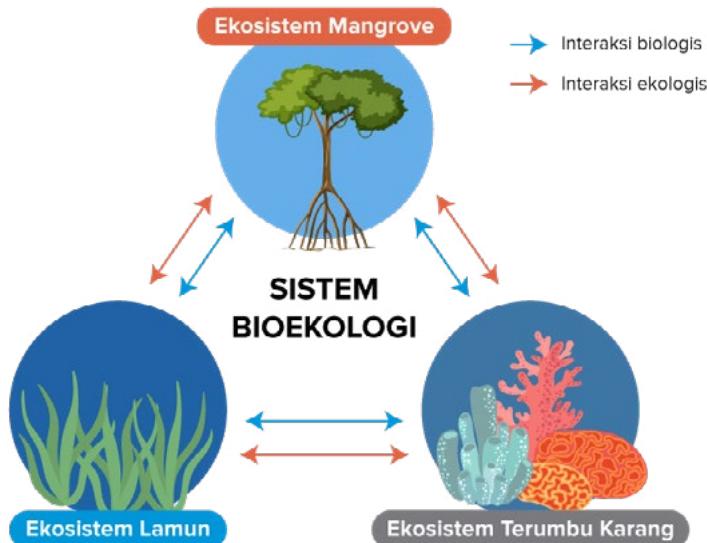
INTERAKSI EKOSISTEM MANGROVE, LAMUN, DAN TERUMBU KARANG SEBAGAI SISTEM BIOEKOLOGIS

Interaksi dalam ekosistem adalah pengaruh timbal balik antara makhluk hidup dengan makhluk hidup lain dan dengan lingkungannya. Sementara interaksi antar ekosistem dapat diartikan sebagai interaksi makhluk hidup dengan makhluk hidup serta makhluk hidup dengan lingkungannya yang terjadi di antara suatu ekosistem dengan ekosistem lainnya.

Secara teoritis Ogden dan Gladfelter (1983) menggolongkan interaksi dalam ekosistem laut tropis ke dalam lima kategori, yaitu interaksi fisik, interaksi bahan organik terlarut, interaksi bahan organik partikel, interaksi migrasi biota, dan interaksi dampak manusia (Gambar 1).

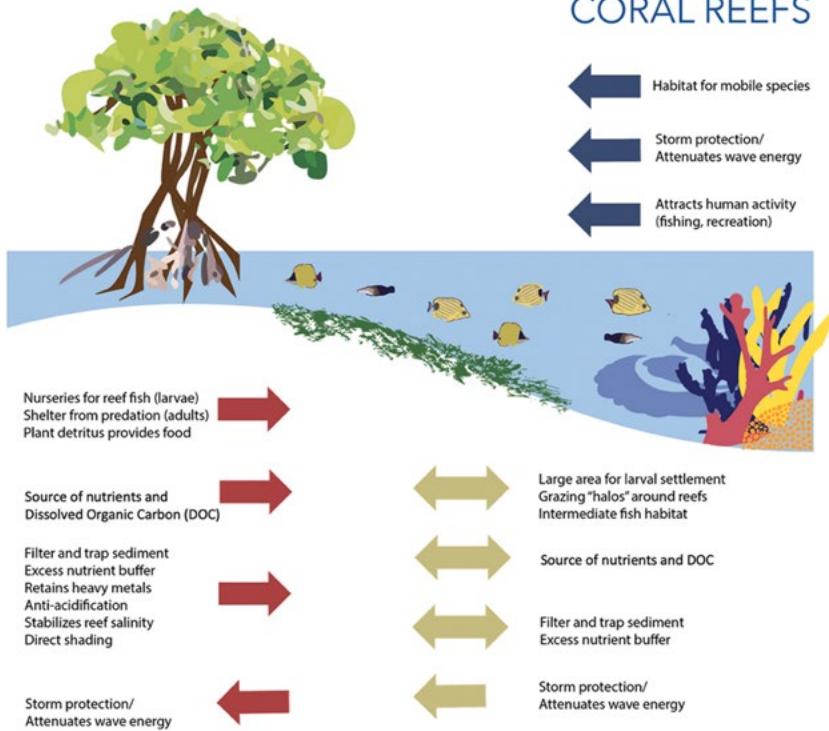


Gambar 1. Interaksi dalam ekosistem laut tropis (Ogden dan Gladfelter (1983)



Gambar 2. Sistem bioekologis akibat interaksi ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang

CORAL REEFS



MANGROVES

SEAGRASS

Gambar 3. Interaksi antar ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang (Carlson et al., 2001)

Bila berfokus pada sistem bioekologis yang tercipta akibat interaksi ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang, maka dapat digambarkan secara sederhana bahwa interaksi antar komunitas mangrove, lamun, dan terumbu karang dikelompokkan dalam dua kategori interaksi yaitu interaksi biologis dan ekologis (Gambar 2). Interaksi biologis meliputi interaksi migrasi biota dan interaksi aliran nutrien, sedangkan interaksi ekologis meliputi interaksi transpor sedimen dan interaksi transpor massa air (Gambar 3). Interaksi-interaksi yang terjadi dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Interaksi Migrasi Biota

Dalam siklus hidupnya, hewan mengalami perubahan bentuk dan pertambahan ukuran tubuh (umur) serta perubahan stadia kehidupan yang diawali dengan pembentukan dan perkembangan sel telur hingga mencapai dewasa. Selama siklus hidupnya, beberapa spesies hewan mengalami perubahan stadia pada habitat dengan karakter dan parameter ekologis yang berbeda (perubahan ontogenetik). Ontogenetik ikan adalah istilah yang digunakan untuk mempelajari perubahan perilaku ikan sepanjang hidupnya (Findra et al. 2017). Organisme perairan cenderung mengalami perubahan preferensi terhadap pakan dan habitat alami seiring perkembangan stadia dalam siklus hidupnya (Findra et al. 2017). Dengan demikian organisme tersebut cenderung melakukan migrasi. Migrasi antar habitat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan biologis (makanan dan predasi) serta kebutuhan ekologis (karakter habitat yang sesuai). Pengetahuan tentang faktor-faktor penentu perubahan ontogenetik habitat sangat penting untuk memahami dinamika populasi dari spesies yang menjadi target penangkapan dalam perikanan.

Beberapa spesies ikan bersifat pelagis atau hidup pada lapisan permukaan perairan pada stadia awal dari siklus hidupnya. Namun saat memasuki stadia dewasa, beberapa spesies menetap pada lapisan permukaan sebagai ikan pelagis. Namun, beberapa spesies bermigrasi ke perairan dalam dan hidup sebagai ikan demersal. Kondisi ini membuktikan adanya migrasi ikan laut secara vertikal (Findra et al. 2017). Nagelkerken et al. (2008); Oropeza et al. (2009); Kimirei et al. (2011), menjelaskan migrasi ikan laut secara horizontal dari suatu ekosistem ke ekosistem lainnya. Dinyatakan bahwa beberapa spesies ikan menghabiskan stadia juvenilnya pada ekosistem mangrove dan lamun, namun ketika mencapai stadia dewasa, akan bermigrasi ke ekosistem terumbu karang.

Menurut Snover (2008), tujuan ikan melakukan perubahan habitat selama hidupnya yaitu untuk: 1. Meningkatkan pertumbuhan; 2.

Mengurangi mortalitas akibat tekanan predator dan 3. Untuk proses reproduksi. Perpindahan habitat memungkinkan organisme dapat memperoleh sumber makanan baru, menghindari kompetisi terhadap kebutuhan proses kehidupan, dan menghindari predator. Kebutuhan makanan yang cocok dengan perkembangan ukuran tubuh dan umur, baik secara kualitas maupun kuantitas, sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan. Kehadiran predator mengancam kehidupan organisme sekaligus mempengaruhi upaya memperoleh sumber makanan, sehingga mengurangi tingkat pertumbuhan. Sementara keberhasilan proses reproduksi sangat dipengaruhi oleh keberhasilan pertumbuhan dan ketersediaan faktor-faktor penunjang reproduksi. Dengan demikian secara alamiah variabel di atas menstimulasi ikan untuk bermigrasi.

Versteegh (2003a, 2003b) menjelaskan bahwa tipe migrasi dapat terbagi atas tiga kelompok yaitu:

- a. Migrasi dari suatu habitat ke habitat lain seiring perubahan stadia dalam daur hidupnya,
- b. Migrasi musiman/tahunan, yaitu migrasi pada waktu tertentu setiap tahun untuk menemukan habitat baru yang kaya pakan alami, dengan kisaran suhu yang cocok atau migrasi untuk kepentingan memijah dan bertelur,
- c. Migrasi harian, yaitu migrasi yang dilakukan setiap hari yang dimulai pada sore hari. Migrasi ini umumnya dilakukan oleh hewan *nocturnal* (aktif pada malam hari) dari ekosistem laut dalam atau terumbu karang ke ekosistem lamun dan mangrove untuk mencari makan.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar ikan karang memanfaatkan koneksi antara habitat mangrove, lamun, dan terumbu karang di wilayah pesisir untuk melangsungkan hidupnya (Tabel 1). Romimuharto dan Juwana (2001) menggambarkan tipe migrasi organisme laut yaitu migrasi ikan untuk menjalani proses bertelur di

ekosistem lamun, kemudian menghabiskan stadia larva hingga juvenil di ekosistem lamun sebagai tempat asuhan (*nursery ground*), selanjutnya bermigrasi ke laut (ekosistem terumbu karang) untuk bertumbuh mencapai dewasa, dan kembali lagi ke ekosistem lamun untuk bertelur.

Tabel 1. Interaksi Migrasi Biota antar Ekosistem Mangrove, Lamun, dan Terumbu Karang

SUMBER DATA	EKOSISTEM MANGROVE	EKOSISTEM LAMUN	EKOSISTEM TERUMBU KARANG
Verweij et al. (2006)	<i>Juvenil Haemulon flavolineatum</i> (ukuran >5 cm)	<i>Juvenil Haemulon flavolineatum</i> (ukuran<5 cm)	<i>Haemulon flavolineatum</i> dewasa
	Ekosistem mangrove dan lamun menyediakan jenis makanan berbeda sesuai stadia dalam daur hidup <i>Haemulon flavolineatum</i>		
Nakamura et al. (2008)	<i>Juvenil Lutjanus fulvus</i>		Black tail snapper (<i>Lutjanus Fulvus</i> dewasa)
Oropeza et al. (2009)	<i>Juvenil Lutjanus argentiventris</i> (ukuran 100 mm/300 hari)		Yellow snapper (<i>Lutjanus argentiventris</i>) dewasa
Kimirei et al. (2011)	Juvenil dari spesies <i>Lethrinus harak</i> ; <i>Lethrinus lentjan</i> ; <i>Lutjanus fulviflamma</i> ; <i>Siganus sutor</i>	Juvenil dari spesies <i>Lethrinus harak</i> ; <i>Lethrinus lentjan</i> ; <i>Lutjanus fulviflamma</i> ; <i>Siganus sutor</i>	Individu dewasa (>15 cm) dari spesies: <i>Lethrinus harak</i> ; <i>Lethrinus lentjan</i> ; <i>Lutjanus fulviflamma</i> ; <i>Siganus sutor</i>
Scharer et al. (2008)	<i>Juvenil Lutjanus apodus</i>		<i>Lutjanus apodus</i> dewasa
Jaxion-Harm et al. (2011)	<i>Scarus iseri</i>	<i>Scarus iseri</i>	<i>Scarus iseri</i>
	<i>Lutjanus apodus</i>		<i>Lutjanus apodus</i>
	Kekayaan dan keragaman ikan tinggi pada habitat bersubstrat lumpur yang ditumbuhi lamun & mangrove, sebaiknya rendah pada habitat tanpa lamun dan mangrove		

SUMBER DATA	EKOSISTEM MANGROVE	EKOSISTEM LAMUN	EKOSISTEM TERUMBU KARANG
Nagelkerken et al. (2001)	<p>Keragaman spesies ikan karang lebih rendah pada ekosistem terumbu karang yang tidak memiliki konektivitas dengan ekosistem mangrove dan lamun dibandingkan pada ekosistem terumbu karang yang memiliki konektivitas dengan ekosistem mangrove dan lamun.</p> <p>Kepadatan ikan (komoditi perikanan penting dan komersial) yang tinggi pada ekosistem terumbu karang karena adanya konektivitas dengan ekosistem mangrove dan lamun sebagai tempat asuhan (nursery ground).</p> <p>Degradasi ekosistem mangrove dan lamun berdampak signifikan terhadap stok ikan di Karibia.</p>		
Wiyani-ningtiyah dkk. (2014)	Kemiripan populasi subfilum Krustacea pada ketiga ekosistem (terutama lamun dan terumbu karang)		
Yunus & Siahainenia (2000)	Kepiting bakau (<i>Scylla spp.</i>). betina TKG I-IV (didominasi jantan)	<i>Scylla spp.</i> . betina TKG V	<i>Scylla spp.</i> . betina TKG V
Siahainenia & Makatita (2000)	Kepiting bakau (<i>Scylla spp.</i>). betina TKG I-IV (didominasi jantan)	<i>Scylla spp.</i> . betina TKG V	<i>Scylla spp.</i> . betina TKG V

Ada banyak alasan yang mendasari migrasi ikan ke ekosistem lamun. Syukur dkk. (2014), melalui hasil analisis isi lambung menyatakan bahwa migrasi ikan ke ekosistem lamun untuk mencari makan (*feeding ground*). Selain untuk mencari makan, migrasi ikan ekosistem lamun untuk berlindung dari predator (Mattila & Cristoffer, 1999). Migrasi ini umumnya dilakukan oleh kelompok juvenil ikan (Asmus et al., 2005). Sedangkan Bengen (2004) menyatakan bahwa migrasi ikan ke ekosistem mangrove adalah untuk berlindung dari intensitas cahaya matahari yang tinggi, mengingat struktur komunitas vegetasi lamun yang rapat dan rimbun. Kimirei et al. (2011) menyatakan bahwa ekosistem perairan dangkal

tropis seperti mangrove dan padang lamun habitat penting bagi spesies ikan (khususnya pada stadia juvenil) yang bernilai ekonomis dan penting dalam perikanan. Sedangkan ekosistem mangrove merupakan tempat asuhan (*nursery ground*) bagi berbagai spesies ikan dan hewan laut (Lugendo et al. 2006). Spesies ikan yang sering ditemukan di ekosistem mangrove bernilai ekonomis maupun ekologis, di antaranya dari famili Carangidae, Clupeidae, Cynoglossidae, Gobidae, Latidae, Lutjanidae, Mullidae, Mugillidae, Scombridae, Serranidae, Siganidae, Terraponidae, dan Trichiuridae (Genisa 2006).

b. Interaksi Aliran Nutrien

Nutrien adalah unsur atau senyawa kimia yang memiliki peranan penting bagi kehidupan organisme. Nutrien umumnya dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk meningkatkan produktivitas primer (Simanjuntak & Kamlasi, 2012). Ketersediaan nutrien di perairan merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme autotrof (Odum, 1996; Nybakken, 1992; Wetzel, 2001). Nutrien terdiri atas 2 kelompok yaitu nutrien makro (C, H, N, P, Mg, dan Ca), yang umumnya dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dan nutrien mikro (Fe, Mn, Cu, Si, Zn, Na, Mo, Cl, V, dan Co), yang lebih sedikit dibutuhkan (Parsons et al., 1984 dalam Yuliana, 2012). Daur nutrisi sangat penting untuk meningkatkan produktivitas primer pada ekosistem perairan (Kirk, 2011). Produktivitas perairan yang tinggi mengindikasikan ketersediaan nutrien terlarut yang tinggi di perairan tersebut (Alianto et al., 2008). Keberadaan nutrien di perairan sangat di pengaruhi oleh aktivitas manusia di daratan, transpor massa air, maupun proses dekomposisi bahan organik. Salah satu penyumbang nutrien di perairan adalah organisme autotrof di ekosistem perairan. Produktivitas primer perairan memiliki peran penting dalam siklus karbon dan rantai makanan (Nybakken, 1992; Odum, 1996; Wetzel, 2001; Ma et al., 2014; Lee et al., 2014; Xiao et al., 2015) serta perannya sebagai pemasok kandungan oksigen terlarut di perairan (Hariyadi et al., 2010; Zang et al., 2014).

Serasah mangrove dan lamun serta makroalga merupakan sumber bahan organik yang banyak dihasilkan ekosistem mangrove dan lamun. Kemudian serasah diubah menjadi nutrien oleh bakteri pengurai, yang pada akhirnya akan dimanfaatkan kembali oleh autotrof (mangrove, lamun, alga, dan fitoplankton) maupun berbagai organisme yang berasosiasi pada ekosistem perairan pesisir (Zamroni dan Rohyani, 2008). Serasah memasuki rantai makanan dalam bentuk detritus (hasil dekomposisi serasah oleh fungi dan bakteri), yang selanjutnya dimanfaatkan oleh organisme detritofor. Detritofor dimanfaatkan oleh ikan-ikan kecil, yang kemudian dimanfaatkan oleh ikan besar. Bahan organik dari serasah mangrove dan lamun memasuki rantai makanan dalam bentuk *dissolved organic matter* (DOM), yaitu bahan organik yang terlarut dan dalam bentuk *particulate organic matter* (POM), yaitu bahan organik yang terdeposit dalam substrat perairan. POM dimanfaatkan oleh *deposit feeder*, sedangkan DOM dimanfaatkan oleh fitoplankton dan *filter feeder*. Selanjutnya fitoplankton dimanfaatkan oleh zooplankton, yang kemudian dimanfaatkan oleh ikan-ikan kecil, yang juga memanfaatkan *filter feeder* dan *deposit feeder*.

Aliran bahan organik akan terus berpindah melalui komponen rantai makanan pada ekosistem mangrove, lamun maupun terumbu karang. Produksi bahan organik melalui detritus pada ekosistem mangrove tidak hanya menjadi dasar bagi pembentukan rantai makanan di ekosistem mangrove saja, tetapi juga penting sebagai sumber makanan dan nutrien bagi organisme perairan pesisir secara keseluruhan, termasuk ekosistem lamun dan terumbu karang. Aliran detritus dikendalikan dan dipengaruhi oleh fenomena arus pasang surut (Dahuri 2003). Komunitas mangrove dan lamun dengan struktur perakaran yang rumit berfungsi menjebak nutrien (*nutrient trap*) baik yang dialirkan melalui aliran sungai, *run off*, dan air tanah, maupun yang berasal dari ekosistem itu sendiri. Kondisi ini menjadikan ekosistem mangrove dan lamun sebagai salah satu ekosistem dengan produktivitas tinggi, dibandingkan perairan laut lepas maupun ekosistem terumbu karang. Selain berfungsi untuk

menjebak nutrien, mangrove juga memiliki fungsi untuk menetralkan polutan. Jenis mangrove *Avicennia marina*, dapat mengakumulasi fluoride dengan konsentrasi yang cukup tinggi sehingga menghindari masuknya fluoride ke dalam rantai makanan (Murray, 1985).

Ekosistem perairan pesisir termasuk mangrove, lamun, dan terumbu karang merupakan kawasan yang paling banyak mendapat tekanan ekologis termasuk terhadap pasokan bahan organik maupun anorganik dan melalui hasil kegiatan antropogenik (Jassby & Cloern, 2000; Andersen et al., 2016). Ketiadaan ekosistem mangrove dan lamun melalui struktur komunitas dan fungsi sebagai penjebak dan penyerap nutrien akan menyebabkan pasokan bahan organik dan anorganik secara berlebih ke perairan. Kondisi ini dapat memicu eutrofikasi. Menurut Wilkinson & Salvat (2012), sebanyak 65% senyawa nitrogen masuk melalui aliran sungai dan *run off* perairan pesisir. Eutrofikasi berdampak negatif terhadap ekosistem pesisir termasuk lamun dan terumbu karang karena mengakibatkan ketidakseimbangan sistem perairan dan penurunan kualitas perairan, yang berdampak terhadap penurunan produktivitas sumber daya hayati, degradasi ekosistem dan penurunan nilai estetika (Duda, 2016). Terganggunya keseimbangan sistem perairan berdampak pula pada perubahan komponen biologis perairan sehingga mengancam fungsi bioekologis ekosistem. Gambaran interaksi aliran nutrien pada ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang berdasarkan beberapa hasil kajian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interaksi Aliran Nutrien antar Ekosistem Mangrove, Lamun, dan Terumbu Karang

SUMBER DATA	MANGROVE	LAMUN	TERUMBU KARANG
Kaly et al., 1997	Kerusakan parah ekosistem mangrove di Queensland Utara telah menyebabkan penurunan kadar unsur N & P karena serasah dan materi organik pada perakaran mangrove berkurang sehingga terjadi penurunan sumber daya kepiting.	Penurunan kadar unsur N & P mengganggu pertumbuhan vegetasi lamun	Mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton sehingga pertumbuhan zooplankton sebagai pakan alami karang terganggu; mengganggu metabolisme dan pertumbuhan zoxanthellae pada karang terumbu
Jeniarti dkk. (2021)	Kegiatan antropogenik dan degradasi ekosistem mangrove menyebabkan kadar unsur nitrat, fosfat, dan silikat di perairan Pantai Pandawa melebihi ambang baku mutu (KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004) sehingga terjadi eutrofikasi.	Terjadi blooming makroalga	
Lestari (2020)	Peningkatan konsentrasi nutrien	Nutrien pada perairan Tanjung Pinang saat surut dan pasang	Penurunan konsentrasi nutrien
Djaelani dkk. (2011)	Pasokan limbah organik & degradasi mangrove	Eutrofikasi menyebabkan persentase tutupan makroalga tinggi. Kekeruhan tinggi menyebabkan kepadatan herbivora rendah	Tutupan karang hidup sedang hingga rusak

c. Interaksi Transport Massa Air

Gerakan massa air secara horizontal dari suatu posisi area ke posisi yang lain disebut arus. Menurut Nybakken (1992) dan Wetzel (2001), arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas air laut, maupun fenomena pasang surut yang diakibatkan oleh gerakan gelombang panjang. Pengaruh angin, perbedaan densitas dan pasang surut membentuk pola sirkulasi arus yang spesifik (Hadi dan Radjawane, 2009).

Angin sebagai penentu arus sangat dipengaruhi oleh faktor perbedaan pemanasan matahari terhadap permukaan bumi, yang berdampak terhadap perbedaan energi yang diterima permukaan bumi. Perbedaan ini menimbulkan angin yang selanjutnya mempengaruhi pola arus. Angin dan pola arus saling mempengaruhi. Arus perairan laut (terutama permukaan) dipengaruhi oleh tiupan angin yang mendorong permukaan laut (Castro & Huber, 2000). Menurut Nining (2002), ada dua tipe sirkulasi arus laut yaitu: sirkulasi arus permukaan laut (*surface circulation*) dan sirkulasi arus dalam laut (*intermediate or deep circulation*). Arus di permukaan laut dipengaruhi oleh angin, sedangkan arus dalam perbedaan termohalin.

Ekosistem kawasan pesisir (mangrove, lamun dan terumbu karang) yang relatif dangkal umumnya dipengaruhi oleh arus pasang surut. Menurut Triatmodjo (2009), pasang surut adalah perbedaan tinggi rendah permukaan air laut menurut waktu. Pasang surut terjadi akibat karena adanya gaya tarik menarik benda-benda di langit (matahari dan Bulan) terhadap massa air laut di Bumi. Sedangkan menurut Indrayanti (2021), arus pasang surut adalah gerak horisontal kolom air menuju dan menjauhi pantai, seiring perubahan naik turunnya permukaan air laut . Tipe pasang surut berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Secara umum terdapat empat tipe pasang surut, yaitu: (1) pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), yaitu terjadi 1 kali pasang dan 1 kali surut dalam satu hari, dengan waktu antar periode pasang surut 24 jam 50

menit; (2) pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), yaitu terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dalam satu hari, dengan rata-rata waktu antar periode pasang surut 2 jam 24 menit; (3) pasang surut campuran cenderung ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*), yaitu terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut, dengan tetapi tinggi dan waktu antar periode berbeda; (4) pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*), yaitu terjadi 1 kali pasang dan satu kali, dan atau 2 dua kali pasang dan 2 kali surut, dengan tinggi dan waktu antar periode yang sangat berbeda. Selain keempat tipe dikenal juga pasang surut perbani dan purnama.

Pada saat pasang, massa air akan terbawa dari laut lepas menuju pantai. Sebaliknya pada saat surut massa air laut akan terbawa dari pantai menuju ke laut lepas. Pola arus pasang surut sangat mempengaruhi transpor massa air yang mengalirkan nutrien, sedimen, polutan, serta migrasi organisme terutama larva dan juvenil (Zheng et al., 2018; Hadi & Radjawane, 2009). Pola arus pasang surut juga mempengaruhi dinamika parameter lingkungan perairan pesisir termasuk cuaca dan iklim (Duxbury et al., 2002). Dengan demikian pola arus berpengaruh terhadap kondisi bioekologis ekosistem pesisir melalui migrasi dan distribusi biota (terutama yang tidak aktif bergerak atau fungsi organ pergerakan masih terbatas) dan distribusi pakan bagi organisme menetap (*sedentary*). Dampak arus pasang surut bagi aspek kimia dan polutan perairan adalah distribusi unsur-unsur kimia dan polutan dari satu tempat ke tempat lain.

d. Interaksi Transport Sedimen

Menurut Bent et al. (2001), sedimen adalah partikel yang bersumber dari hasil pelapukan batuan, material biologi, endapan kimia, debu, material sisa tumbuhan, dan daun. Sedangkan menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005), sedimen adalah suatu material yang berasal dari pemecahan (fragmentasi) batuan yang terjadi akibat pelapukan (*weathering*) secara fisik, kimiawi, dan biologis.

Jadi ada sedimen bersumber dari hasil presipitasi kimia atau biokimia larutan, pelapukan batuan tua, residu organik tumbuhan, dan hewan, berupa pecahan cangkang, pecahan terumbu karang, hancuran tulang, dan sisa-sisa tanaman. Pengendapan langsung larutan mineral dalam air juga merupakan sumber material sedimen pada kondisi tertentu. Klasifikasi tipe sedimen menurut ukuran buriran (Wentworth, 1922) adalah: kerikil (2-4mm), pasir sangat kasar (1-2 mm), pasir kasar (0.5-1 mm), pasir sedang (0.25-0.5 mm), pasir halus (0.125-0.25mm), pasir sangat halus (0.063-0.125 mm), lanau (0.043-0.063 mm), dan lempung (0.002-0.043 mm). Kerikil dan pasir merupakan sedimen berfraksi kasar dan bersifat tidak kohesif, sedangkan lanau dan lempung berfraksi halus dan bersifat kohesif (Purnomo, 2011).

Tahapan perpindahan sedimen dari suatu lokasi ke lokasi lainnya adalah erosi, pengangkutan (*transport*), dan pengendapan (*deposition*). Transpor sedimen dipengaruhi oleh gaya gravitasi, air, udara, es, dan aktivitas organisme/biologi. Proses pengendapan sedimen yang diangkut oleh air angin, dan es atau gleiser pada suatu kawasan disebut sedimentasi (Soemarto, 1995). Pettijohn (1975) menambahkan bahwa kawasan (lingkungan) pengendapan sedimen adalah sungai, muara, danau, delta, estuari, laut dangkal, dan laut dalam. Pengendapan sedimen dipengaruhi oleh kandungan kimiawi sedimen, suhu, dan karakter biologis. Keberhasilan proses transportasi dan pengendapan sedimen dipengaruhi oleh karakteristik sedimen, baik struktur, ukuran, bentuk, dan kandungan sedimen. Sedimentasi dan abrasi di kawasan pesisir dipengaruhi juga oleh arus pasang surut dan gelombang. Pada saat pasang sedimen akan mengendap, sedangkan pada saat surut material akan terkikis (Qomariyah & Yuwono, 2016). Pergerakan sedimen juga terjadi akibat gelombang akan menyebabkan abrasi. Abrasi mengakibatkan perubahan garis pantai (Oktiarini et al., 2015; Wisha et al., 2017).

Di wilayah pesisir, ekosistem mangrove memiliki peran yang penting dalam proses sedimentasi karena sistem akar yang memperlambat

pergerakan air dan dengan cara menjebak (*trapping*) sedimen sehingga sedimen tidak dapat disuspensi kembali (Lee et al., 2014). Mangrove juga berperan dalam menstabilkan tanah (Alongi, 2008).

Sedimentasi dan abrasi, yang menyebabkan keruhnya air juga merupakan dampak dari berbagai aktivitas antropogenik di lahan atas seperti pembangunan dan penambangan, yang selanjutnya berdampak terhadap perubahan batimetri (Rahmawan et al., 2017), sehingga akan mempengaruhi perubahan pola hidrodinamika dan transpor sedimen di wilayah tersebut (Kusumawati, 2008; Rachmat & Purwanto, 2011).

Konsentrasi partikel sedimen yang melayang di kolom air (*total suspended solid - TSS*) dapat mempengaruhi intensitas cahaya matahari. Semakin tinggi konsentrasi TSS di kolom air laut akan menyebabkan cahaya matahari tidak dapat mencapai kolom air yang lebih dalam (Dunton et al., 2003). Kondisi ini akan mempengaruhi proses fotosintesis organisme autotrof (lamun, alga, fitoplankton dan zooxanthellae) sehingga menyebabkan rendahnya produktivitas (Best et al., 2001; Murphy, 2007) perairan pesisir termasuk ekosistem lamun dan terumbu karang. Hilang atau rusaknya ekosistem lamun merupakan indikator pertama bahwa kualitas air di pesisir tidak lagi jernih akibat tingginya sedimentasi (Fortes 2001).

Ekosistem terumbu karang pun dapat terpengaruh apabila ekosistem mangrove dan lamun tidak dapat menjalankan fungsinya sebagai penjebak sedimen karena mengalami degradasi. Pada kondisi ini akan terjadi transpor sedimen ke ekosistem terumbu karang akan menghambat proses fotosintesis dari zooxanthellae. Akibatnya terjadi kematian atau migrasi zooxanthellae meninggalkan polip karang. Dampak selanjutnya adalah terjadi pemutihan karang atau *coral bleaching* (Salam dkk., 2013). Kondisi ini akan semakin parah bila terjadi invasi makroalga ke terumbu karang akibat peningkatan nutrien (eutrofikasi) di perairan. Efek lain dari sedimentasi adalah bioerosi pada karang oleh berbagai organisme macroboring seperti spons, cacing, bivalva (McDonald & Perry, 2003)

PENELITIAN PENDUKUNG

Beberapa penelitian secara global, nasional maupun lokal telah membuktikan adanya interaksi biologis dan ekologis antara ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Berikut ini adalah review dan analisis dari beberapa hasil penelitian dan kajian yang membuktikan adanya interaksi biologis (migrasi biota dan aliran nutrien) serta interaksi ekologis (transpor massa air dan transpor sedimen) antara ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang.

Tabel 3. Penelitian pendukung yang membuktikan interaksi antar Ekosistem Mangrove, Lamun dan Terumbu Karang

INTERAKSI MIGRASI BIOTA					
BIOTA	HABITAT ALAMI	HABITAT MIGRASI	TUJUAN MIGRASI	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
<i>Haemulon flavolineatum</i>	Terumbu Karang	Ekosistem Mangrove dan Lamun	Berlindung & mencari makan	Caribbean mangroves and seagrass beds as daytime feeding habitats for juvenile French grunts, <i>Haemulon flavolineatum</i> (Verweij et al., 2006).	Karibia
<i>Lutjanus fulvus</i>	Terumbu Karang	Ekosistem Mangrove	Pembesaran	Evidence of ontogenetic migration from mangroves to coral reefs by black-tail snapper <i>Lutjanus fulvus</i> : stable isotope approach (Nakamura et al., 2008).	

INTERAKSI MIGRASI BIOTA					
BIOTA	HABITAT ALAMI	HABITAT MIGRASI	TUJUAN MIGRASI	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
<i>Lutjanus argen-tiventris</i>	Perairan Laut Dalam (Terumbu Karang)	Mangrove	Pem-besaran	<i>Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (<i>Lutjanus argentiventris</i>) in the Gulf of California (Oropeza et al., 2009).</i>	Calif-ornia, Amerika Serikat
<i>Lethrinus harak</i>	Perairan Laut Dalam (Terumbu Karang)	Mangrove & Lamun	Pem-besaran	<i>Ontogenetic habitat use by mangrove/seagrass-associated coral reef fishes shows flexibility in time and space (Kimirei et al., 2011).</i>	
<i>Lutjanus fulviflam-ma</i>					
<i>Lutjanus lentjan</i>					
<i>Siganus sutor</i>					
<i>Lutjanus apodus</i>	Terumbu Karang	Laguna atau Mangrove	Pem-besaran	<i>Mapping ontogenetic habitat shifts of coral reef fish at Mona Island, Puerto Rico (Schärer et al., 2008).</i>	Puerto Rico
<i>Scarus iseri</i>	Terumbu Karang	Mangrove & Lamun	Pem-besaran	<i>Distribution of fish in seagrass, mangroves and coral reefs: life-stage dependent habitat use in Honduras (Jaxion-Harm et al., 2011).</i>	Hon-duras
<i>Lutjanus apodus</i>	Terumbu Tarang	Mangrove	Pem-besaran		

INTERAKSI MIGRASI BIOTA					
BIOTA	HABITAT ALAMI	HABITAT MIGRASI	TUJUAN MIGRASI	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
Krustasea (bergerak aktif)	Mangrove, Lamun & Terumbu Karang	Mangrove, Lamun & Terumbu Karang	Tidak ada informasi	Keterkaitan struktur komunitas makrozoobentos antara habitat mangrove, lamun, dan <i>reef crest</i> di Pulau Kelapa Dua, Kepulauan Seribu, Jakarta (Wyananingtiyah dkk. 2014).	Indonesia
<i>Scylla</i> spp.	Mangrove	Lamun &	Memijah, menetas-kan embrio, pembesaran larva	Aspek Bioekologi Sebagai Dasar Pengelolaan Sumber daya Kepiting Bakau (<i>Scylla</i> spp.) Pada Ekosistem Mangrove Passo" (Siahainenia & Makatita, 2020).	Teluk Ambon Dalam, Pulau Ambon
<i>Scylla</i> spp.	Mangrove	Lamun & Terumbu Karang	Memijah, menetas-kan embrio, pembesaran larva	Potensi Kepiting Bakau <i>Scylla</i> spp. Di Ekosistem Mangrove Desa Evu Maluku Tenggara (Yunus dan Siahainenia, 2020).	Kei, Maluku Teng-gara

INTERAKSI ALIRAN NUTRIEN					
KASUS	EKOSISTEM YANG TERPENGARUHI	DAMPAK	EKOSISTEM YANG MERASAKAN DAMPAK	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
Degradasi	Mangrove	Penurunan unsur N & P Penurunan SD Kepiting	Mangrove, Lamun dan Terumbu Karang Mangrove & Lamun	<i>Soil conditions in damaged North Queensland mangroves (Kaly et al. 1997).</i>	North Queen-sland
Antropogenik dan Degradasi	Mangrove	Peningkatan unsur N, P dan Silikat <i>Blooming</i> makroalga	-	Kandungan Nitrat, Fosfat, dan Silikat di Perairan Pantai Pandawa, Bali (Jeniarti dkk., 2021).	Bali
Pengkayaan unsur hara	Perairan	Penurunan konsentrasi nutrien Peningkatan konsentrasi nutrien	Lepas pantai (Terumbu Karang) Mangrove & Lamun	Model sebaran nutrien dan pola arus di perairan pesisir dan pulau-pulau kecil di Tanjungpinang, Indonesia (Lestari, 2020).	Tanjung-pinang, Kepulauan Riau
Degradasi	Mangrove	Pengayaan unsur hara <i>Blooming</i> Makroalga Kekeruhan tinggi Herbivora berkurang	Lamun & Terumbu Karang	Kajian Kondisi Terumbu Karang Dan Kaitannya Dengan Proses Eutrofikasi Di Kepulauan Seribu (Djaelani dkk., 2011).	Kepulauan Seribu, Jakarta

INTERAKSI TRANSPORT MASSA AIR					
KASUS	EKOSISTEM	DAMPAK	EKOSISTEM	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
Arus pasang	Perairan Lepas Pantai (Terumbu Karang)	Distribusi kandungan F & N Pasokan Oksigen	Lamun & Terumbu Karang	Analisis Sebaran Horizontal Klorofil-a Di Perairan Tugu Semarang (Dewanto dkk., 2015).	Semarang, Jawa Tengah
Arus	Mangrove	Pasokan nutrien Keane-karagaman biota (mikroalga epifit) Pertumbuhan dan biomassa lamun	Lamun	Pengaruh Tinggi Pasang Surut Terhadap Pertumbuhan Dan Biomassa Daun Lamun <i>Enhalus acoroides</i> Di Pulau Pari Kepulauan Seribu, Jakarta (Christon dkk., 2012).	Kepulauan Seribu, Jakarta
Arus	Terumbu Karang	Pasokan oksigen	Ekosistem sekitar	Karakteristik Pola Arus Dalam Kaitannya dengan Kondisi Kualitas Perairan dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Kawasan Taman Nasional Laut Karimunjawa (Yusuf dkk., 2012).	Karimunjawa, Jawa Tengah

INTERAKSI TRANSPORT SEDIMENT					
KASUS	EKOSISTEM	DAMPAK	EKOSISTEM	SUMBER BAHAN KAJIAN	WILAYAH
Abrasi	Pantai	Sedimentasi Kekeruhan	Ekosistem sekitar	Pemodelan Hidrodinamika Dan Transpor Sedimen Di Perairan Pesisir Sekitar Tanjung Pontang, Kabupaten Serang – Banten (Prihantono dkk., 2018).	Banten
Keter-sediaan ekosistem mangrove dan lamun	Mangrove dan lamun	Presentasi kandungan pasir dalam substrat tinggi (99,17%) Pertumbuhan karang baik	Terumbu Karang	Studi Arus Laut Dan Sedimen Dasar Dalam Hubungannya Dengan Kondisi Terumbu Karang Di Perairan Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah (Ekayogiharso dkk., 2014).	

DAMPAK INTERAKSI EKOSISTEM MANGROVE, LAMUN, DAN TERUMBU KARANG

Terdapat berbagai dampak dari interaksi ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang sebagai suatu sistem bioekologis. Berbagai dampak tersebut dibagi atas dampak positif dan negatif. Adapun dampak negatif dari interaksi berbagai ekosistem tersebut diperparah dengan kondisi adanya konflik penggunaan lahan pada ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang dan kurangnya upaya perlindungan pada kawasan koridor antar ekosistem atau pada interior ekosistem.

Dampak Positif

- a. Konektivitas ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang meningkatkan keanekaragaman. Kawasan perbatasan antar ekosistem akan menjadi tempat pertemuan dari berbagai spesies. Dengan demikian akan terjadi interaksi antar organisme. Kondisi ini dikenal sebagai pengaruh tepi atau *edge effect*.
- b. Komponen ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap dinamika dan fleksibilitas lingkungan pesisir.
- c. Secara alami ekosistem maupun komponen ekosistem memiliki kemampuan resiliensi.
- d. Komponen ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang dapat dikembangkan untuk kepentingan pembangunan.
- e. Secara fungsional ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang saling mendukung dalam suatu kesatuan sistem.

Dampak Negatif

- a. Interaksi yang tercipta antara ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang akan menyebabkan *domino effect* yaitu apabila terjadi degradasi pada salah satu ekosistem akan berdampak pada ekosistem lainnya.
- b. Ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang ini bersifat *common property resources* dan *open access* sehingga menyebabkan mudah terdegradasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari kajian ini adalah:

- Masing-masing ekosistem memiliki karakter bioekologis berbeda yang menentukan fungsi khas, namun saling mendukung dalam suatu sistem,

- Interaksi ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang yang membentuk sistem bioekologis,
- Kerusakan pada suatu ekosistem akan berdampak pada ekosistem lain sehingga upaya perlindungan harus dilakukan secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alianto, E. M. Adiwilaga, & A. Damar. 2008. Produktivitas Primer Fitoplankton dan Keterkaitannya dengan Unsur Hara dan Cabaya di Perairan Teluk Banten. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia, 15 (1): 21-26
- Asmus,H., P.Polte dan S.Schanz. 2005.The contribution of seagrass beds(*Zosteranoltii*) to the function of tidal flats as a juvenile habitat for dominant, mobile epibenthos in theWadden Sea. Marine Biology,147:813–822.
- Azkab, M. H dan Kiswara, W. (1994). Pertumbuhan dan produksi lamun di Teluk Kuta, Lombok Selatan. Dalam Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun di Pantai Selatan Lombok dan Kondisi Longkungannya (Kiswara, W., Moosa, M. K. & Hutomo, M, Eds). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta. pp. 34-41
- Azkab, M. H. (2006). Ada Apa Dengan Lamun. Jakarta; Bidang Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Volume XXXI, Nomor 3. 45 – 55.
- Bengen, D.G. 2004. Pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. 58 hal.
- Bent, G. C., J. R. Gray, K. P. Smith, and D. Glysson, 2001. A Synopsis of technical issues for monitoring sediment in highway and urban runoff. USGS, OFR 00-497. 497pp
- Best, E. P. H., C. P. Buzzelli, S. M. Bartell, R. L. Wetzel, W. A. Boyd, R. D. Doyle, and K. R. Campbell. 2001. Modeling submersed macrophyte growth in relation to underwater light 43 climate : Modelling approaches and application potential. Hydrobiologia 444: 43-70
- Castro, P., Huber, M.E., (2000), Marine Biology, McGraw-Hill Companies, Inc., USA
- Christon, O.S.Djunaedi & N.P. Purba. 2012. Pengaruh Tinggi Pasut terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Daun Lamun Enhalus

- acoroides di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol. 3 No 3. September 2012. 287-294.
- Dahuri, R., 2003. Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembngunan Berkelanjutan di Indonesia. Pradiya Paramita. Jakarta.
- Dewanto, HR., 2012. Hubungan Ekologis dan Biologis yang Terjadi antara Mangrove, Lamun dan Terumbu Karang. Karya Ilmiah. <http://www.fisheries90.blogspot.com>.
- Djaelani, A., A. Damar dan S. Rahardjo. KAJIAN KONDISI TERUMBU KARANG DAN KAITANNYA DENGAN PROSES EUTROFIKASI DI KEPULAUAN SERIBU 1 (Studies of the condition of coral reef and its relationship with eutrophication process in Kepulauan Seribu) Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, Juni 2011, Jilid 17, Nomor 1: 187-194
- Dunton, K., A. Burd, D. Funk and R. Maffioneffione. 2003. Linking water turbidity and total suspended solids loading to kelp productivity within the stefannson sound boulder path. Report Prepared by Craig Aumack. MMS Alaska Environmental Studies Program. 86 pp
- Ekayogiharso., Munasik., Prasetyawan, I. B. 2014. Studi Arus Laut dan Sedimen Dasar dalam Hubungannya dengan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara Jawa Tengah. Jurnal Oseanografi, 3(2) : 181-190
- Filippino K.C., Margaret R. Mulholland, Peter W. Bernhardt. 2011. Nitrogen uptake and primary productivity rates in the Mid-Atlantic Bight (MAB). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 91 : 13-23
- Findra, M.N., Setyobudiandi, I., Butet, N.A., Solihin, D.D., 2017. Genetic profile assessment of giant clam genus Tridacna as a basis for resource management at Wakatobi National Park Waters. Ilmu Kelautan. 22(2):67-74
- Fortes, M. The Effects of Siltation on Tropical Coastal Ecosystems in Oceanographic processes of coral reefs : physical and biological links in the Great Barrier Reef / edited by Eric Wolanski.CRC Press, Florida.

- Genisa, A.S. 2006. Keanekaragaman Fauna Ikan di Perairan Mangrove Sungai Mahakam. *J. Oseanol. Limnol. Indon.* 46: 39-51.
- Hariyadi S, E. M. Adiwilaga, T. Prartono, S. Hardjoamidjojo & A. Damar. 2010. Produktivitas Primer Estuari Sungai Cisadane Pada Musim Kemarau. *Limnotek*, 17 (1) : 49-57
- Hastuti S. 1998. Pertumbuhan Embrio Kepiting Bakau, *Scylla serrata*, pada Beberapa Tingkat Salinitas Media [Tesis]. Bogor: Program Studi Ilmu Perairan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Huliselan, N.V., Wawo, M., Tuapattinaja, M.A., and Sahetapy, D. 2017. Keberlanjutan Populasi Ikan Dewasa Berbasis Kontribusi Larva Terhadap Peningkatan Perekonomian Nelayan di Seram Barat, Provinsi Maluku. Laporan Penelitian MP3El. Universitas Pattimura.
- Indrayanti, E., D.N. Sugianto, Purwanto dan H.S. Siagian. (2021) Identifikasi Arus Pasang Surut Di Perairan Kemujan, Karimunjawa Berdasarkan Data Pengukuran Acoustic Doppler Current Profiler. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2):247-254.
- Jaxion-Harm J, Saunders J, Speight M. 2012. Distribution of fish in seagrass, mangroves and coral reefs: Life-stage dependent habitat use in Honduras. *Revista de Biología Tropical*, 60(2): 683-698
- Jeniarti M., I. Y. Perwira, I Ketut Wijanegara. 2021. Kandungan Nitrat, Fosfat, dan Silikat di Perairan Pantai Pandawa, Bali. *Current Trends in Aquatic Science* IV(2), 193-198 (2021)
- Kaly, U.L., Eugelink, G. & Robertson, A.I. 1997. Soil conditions in damaged North Queensland mangroves. *Estuaries* 20, 291–300 <https://doi.org/10.2307/1352344>
- Kimirei IA, Nagelkerken I, Griffioen B, Wagner C, Mgaya YD. 2011. Ontogenetic habitat use by mangrove/ seagrass-associated coral reef fishes shows flexibility in time and space. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 92: 47-58
- Kuo J., (2007). New Monoecious Seagrass of *Halophila sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia. *Aquatic Botany*. 87:171-17
- Lee, Z.P., Marra, J., Perry, M.J. and Kahru, M., 2014. Estimating Oceanic Primary Productivity from Ocean Color Remote Sensing: A Strategic Assesment. *Journal of Marine Systems* 149: 50-59.

- Lee, S.Y., et al. 2014. Ecolofical role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global Ecology and Biogeography*. 23: 726-743
- Lugendo BR, Nagelkerken I, Mgaya YD. 2006. The importance of mangroves, mud and sand flats, and seagrass beds as feeding areas for juvenile fishes in Chwaka Bay, Zanzibar: Gut content and stable isotope analyses. *Journal of Fish Biology*. 69: 1639±1661.
- Ma S., Tao Z., Yang X., Member, IEEE, Yu Y., Zhou X., Ma W, Li Z.. 2014. Estimation of Marine Primary Productivity from Sattelite-Derived Phytoplankton Absorption Data. *IEEE J Select Topics Appl Earth Observ Remote Sens*, 7(7): 3084-3092.
- Mattila,J.,and B. Christopher. 1999. The relative importance of food and shelter for seagrass-associated invertebrates: a latitudinal comparason of habitat chois byisopod grazers. *Oecologia* ,120: 162 –172.
- Murphy. S. 2007. General Information on Solids. City of Boulder/USGS Water Quality. Monitoring. <http://bcn.boulder.co.us/basin/> d a t a / B A C T / i n f o / TO TA L SUSPENDED SOLID.html. Mei 23. 2007
- Murray, F. (1985). Cycling of Fluoride in a Mangrove Community Near a Fluoride Emission Source. *Journal of Applied Ecology*, 22(1), 277–285. <https://doi.org/10.2307/2403345>
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., dan Somerfield, P.J. (2008). The Habitat Function of Mangroves for Terrestrial and Marine Fauna: A Review. *Aquatic Botany*, 89, 155-185.
- Nakamura Y, Horinouchi M, Shibuno K, Tanaka Y, Miyajima T, Koike I, Kurokura H, Sano M. 2008. Evidence of ontogenetic migration from mangroves to coral reefs by black-tail snapper *Lutjanus fulvus*: stable isotope approach. *Marine Ecology Progress Series*. 355: 257±266. Oropeza OA, Guerrero IJ, Nieto JC, Lugo TP. 2009. Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (*Lutjanus argentiventris*) in the Gulf of California. *Marine Biolg*. 156: 2461± 2472.

- Ningsih, N.S. 2000. Gelombang Laut. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Nybakken JW. 1992. Biologi Laut suatu pendekatan ekologis. PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, Eugene P. 1996. Dasar-dasar Ekologi; Edisi Ketiga.Yogyakarta. Gadjah Mada University Press, Penerjemah Samingan, Tjahjono.
- Pettijohn, F. J. 1975. Sedimentary Rocks. Harper and Row Limited. New York
- Poerbandono dan Eka Djunarsjah. 2005. Survei Hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Pramudji. (2017). Ekosistem hutan mangrove dan perannya. Oseana, XXVI(4), 13–23.
- Prihantono J, I. A. Fajrianto dan Y. N. Kurniadi. 2013. Pemodelan Hidrodinamika Dan Transpor Sedimen Di Perairan Pesisir Sekitar Tanjung Pontang, Kabupaten Serang - Banten. Jurnal Kelautan Nasional Vol. 13 No 2. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/>
- Purnomo M. 2011. Korelasi antara CBR, PI dan kuat geser tanah lempung. Jurnal teknik sipil dan perencanaan (1) 13: 81-90
- Qomariyah, L., dan Yuwono. 2016.” Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk”. Jurnal Teknik ITS.
- Rachmat, B. &Purwanto, C., 2016. Morfologi Dasar Laut Kaitannya Dengan Proses Abrasi Pantai Di Perairan Pulau Marore, Sulawesi Utara. J. Geol. Kelaut. 9:29–43. doi : 10.32693/jgk.9.1.2011.198
- Rahmawan, G.A., Wisha, U.J., Gemilang, W.A. & Husrin, S. 2020. Prediksi Akumulasi Sedimen Berdasarkan Survei Batimetri dan Hidrodinamika di Pesisir Teluk Mandeh, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Jurnal Kelautan Tropis, 23(1):105-116. DOI: 10.14710/jkt.v23i1.6076
- Rohmadi, 2010. Ekonomi Rumahtangga Nelayan Payang. <http://www.repository.ipb.ac.id>. Diakses tanggal 1 Desember 2011
- Rumimoharto, Kasijan dan Juwana, Sri. 2001. Biologi Laut; Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Jakarta. Djambatan.

- Rusila Noor, Y., Khazali, M dan Suryadiputra, I N.N. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor. PHKA/-IP.
- Saenger. P., E.J. Hegen dan J.D.S. Davie. 1983. Global status of Mangrove Ecosystem, IUCN. Comission on Ecology Papers.
- Schärer MT, Nemeth MI, Appeldoorn RS. 2008. Mapping ontogenetic habitat shifts of coral reef fish at Mona Island, Puerto Rico. Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute: 305-310.
- Siahainenia L. 2008. Bioekologi kepiting bakau (*Scylla* spp.) di Ekosistem Mangrove Kabupaten Subang Jawa Barat. Disertasi. IPB. Bogor.
- Siahainenia L. dan M. Makatita 2020. Aspek Bioekologi Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) Pada Ekosistem Mangrove Passo. Jurnal TRITON Volume 16, Nomor 1, April 2020, hal. 8-18
- Simanjuntak, M dan Kamla,Y. 2012. Sebaran Horizontal Zat Hara di Perairan Lamalera,Nusa Tenggara Timur . LIPI – Jakarta. Vol. 17 (2) 99-108.
- Sjafrie, N. D. M. (2016). Jasa Ekosistem Pesisir. Oseana, XLI(4), 25–40.
- Snover ML. 2008. Ontogenetic habitat shifts in marine organisms: influencing factors and the impact of climate variability. Bulletin of Marine Science. 83(1)
- Soemarwoto, Otto, 1983, Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan, Jakarta, Penerbit Djambatan.
- Supriharyono. (2007). Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati Di wilayah pesisir dan laut tropis. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Syukur, A., Y. Wardiatno, I. Muchsin, dan M. M. Kamal. 2014. Status Trofik Ikan yang Berasosiasi dengan Lamun (Seagrass) di Tanjung Luar Lombok Timur. Jurnal Biologi Tropis. Vol. 14 (2).
- Tangke, U. (2010). Ekosistem padang lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehabilitasi). Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan, 3(1), 9. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.31.9-29>

- Tansley A.G. 1935. The use and abuse of vegetitaionalconcepts and therms. *Ecology*. 16:289-307
- UU No 1 Tahun, 2014. (2014). Undang-Undang RI Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil. Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor, 8.
- Vallina S.M., P. Cermenoa, S. Dutkiewiczb, M. Loreauc, J.M. Montoya 2017. Phytoplankton functional diversity increases ecosystem productivityand stability. *Ecological Modelling*, 361: 184–196. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.06.020>
- Verweij MC, Nagelkerken I, Wartenbergh SLJ, Pen IR, Velde GVD. 2006. Caribbean mangroves and seagrass beds as daytime feeding habitats for juvenile French grunts, *Haemulon flavolineatum*. *Marine Biology*. 149: 1291±1299.
- Waryono, T. 2000. Keanekaragaman Hayati dan Konservasi Ekosistem Mangrove. Diskusi Panel Program Studi Biologi Konservasi. Jakarta : FMIPA-UI.
- Wentworth, C.K. (1922): A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments, *Journal of Geology*, 30, 377–394.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology Lake and River Ecosystem Third Edition. Academic Press, London.
- Wilkinson, C., & Salvat, B. (2012). Coastal resource degradation in the tropics: Does the tragedy of the commons apply for coral reefs, mangrove forests and seagrass beds. *Marine Pollution Bulletin*, 64(6), 1096–1105. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.01.041>
- Wisha, U.J., W.A. Gemilang., G.A., Rahmawan dan G. Kusumah., 2017. Pola Sebaran Sedimen Dasar Berdasarkan Karakteristik Morfologi dan Hidro-Oseanografi Menggunakan Model Interpolasi dan Simulasi Numerik di Perairan Utara Pulau Simeuluecut. *Jurnal Kelautan*, 10(1): 29 – 40.
- Xiao X, Y. Wang, H. Zhang, X. Yu. 2015. Effects of primary productivity and ecosystem size on food-chain length in Raohe River, China. *Acta Ecologica Sinica*, 35 : 29–34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chnaes.2015.04.003>

- Yuliana. 2012. Implikasi Perubahan Ketersediaan Nutrien Terhadap Perkembangan Pesat (Blooming) Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian. Bogor. Hlm 29
- Yunus, M. dan L. Siahainenia. 2019. Keterkaitan Karakteristik Habitat Dengan Kepadatan Kepiting Bakau Pada Ekosistem Mangrove Desa Evu Kecamatan Hoat Soarbay Kabupaten Maluku Tenggara.. Jurnal TRITON Volume 15, Nomor 2, Oktober 2019, hal. 58 – 68
- Yusuf, S. Jompa, J. 2012. First Quantitative Assessment of Coral Bleaching on Indonesian Reefs. Pusat Kegiatan Penelitian Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Zamroni, Y. dan I. S. Rohyani. 2007. Produksi serasah hutan mangrove di perairan pantai Dusun Selindungan, Lombok Barat. Seminar Nasional Perkembangan MIPA dan Pendidikan MIPA Menuju Profesionalisme Guru dan Dosen. Universitas Mataram, Mataram, 3 November 2007.
- Zhang Y, Li Zhang, W.J. Mitscha. 2014. Predicting river aquatic productivity and dissolved oxygen before and after dam removal. Ecological Engineering, 72 :125–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.04.026>
- Zhang, K. et al. (2013) ‘Pollution from livestock and crop waste’, in Guidelines to control water pollution from agriculture in China. Rome: Food and Agriculture Organization of UN, p. 71.



KONEKTIVITAS KAWASAN KONSERVASI (TERUMBU KARANG, MANGROVE DAN LAMUN) DAN SUMBER DAYA IKAN

Niette V. Huliselan, Maureen A. Tuapattinaja, Juliaeta A.B. Mamesah,
dan Johannes M.S. Tetelepta

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sekitar 17.504 pulau dengan garis pantai sepanjang 108.000 km (BIG, 2005). Kondisi ini menggambarkan tentang besarnya keanekaragaman hayati yang terkandung di perairan Indonesia. Namun seiring dengan lajunya perkembangan pembangunan terutama dalam bidang ekonomi, menyebabkan perlu adanya upaya-upaya dalam menyeimbangkan kepentingan pembangunan dan kondisi lingkungan perairan yang terus dimanfaatkan. Pada saat ini, pemanfaatan sumber daya alam hayati di perairan pesisir cenderung bersifat destruktif, baik pemanfaatan organisme yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove, lamun maupun terumbu karang, maupun ekosistem-ekosistem tersebut. Penangkapan sumber daya ikan dengan menggunakan cara-cara yang tidak ramah lingkungan, telah merusak keseimbangan ekosistem dan hasil tangkapan sumber daya ikan yang terus menurun dalam jumlah ataupun ukurannya. Berbagai undang-undang, peraturan, dan kebijakan yang dikeluarkan agar sumber daya hayati dan ekosistemnya dapat terlindungi, namun pada kenyataannya tidak terlaksana sebagaimana mestinya, sehingga upaya pengelolaan yang direncanakan tidak berhasil sesuai perencanaan (FAO, 2003).

Undang-Undang Republik Indonesia No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam (SDA) Hayati dan Ekosistemnya, bertujuan untuk mewujudkan kelestarian SDA Hayati dan keseimbangan ekosistemnya. Ekosistem memberi manfaat bagi semua makhluk hidup termasuk manusia secara langsung maupun tidak langsung baik berupa barang ataupun jasa lingkungan (Sunaryo, 2021). Igulu et al., 2014, menyatakan bahwa teridentifikasinya habitat di mana tahap awal kehidupan organisme merupakan kunci keberhasilan upaya konservasi.

Salah satu upaya untuk menghindari terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas ekosistem laut dan keanekaragaman hayatinya adalah pembentukan Kawasan Konservasi atau Kawasan Konservasi Perairan (*Marine Protected Area*) untuk dapat melindungi sebagian atau bahkan keseluruhan perairan di sekitarnya (Kelleher, 1999).

Kawasan Konservasi menurut IUCN WCPA (*International Union for the Conservation of Nature World Comission on Protected Areas*) dalam Keputusan Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut No.28/KEP-DJPRL/2020, adalah suatu wilayah yang memiliki batas geografis yang jelas, diakui, diperuntukkan, dan dikelola, baik secara formal maupun tidak formal agar dalam jangka panjang dapat melindungi alam berikut jasa-jasa ekosistem dan nilai-nilai budayanya. Sedangkan berdasarkan peraturan perundang-undangan di Indonesia, secara nomenklatur definisi *Marine Protected Area* (Kawasan Konservasi Perairan) dibagi menjadi kawasan konservasi perairan dan kawasan konservasi pesisir dan pulau-pulau kecil.

Menurut Peraturan Menteri (Permen) Kelautan dan Perikanan No. 31 Tahun 2020, Kawasan Konservasi merupakan kawasan yang memiliki ciri khas tertentu yang merupakan suatu kesatuan ekosistem yang dilindungi, dilestarikan, dan dimanfaatkan secara berkelanjutan. Sementara menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 60 Tahun 2007, Kawasan Konservasi Perairan adalah kawasan perairan yang dilindungi, dikelola dengan sistem zonasi, untuk mewujudkan pengelolaan

sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan. Kawasan konservasi di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil adalah kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil dengan ciri khas tertentu yang dilindungi untuk mewujudkan pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil secara berkelanjutan.

Berdasarkan definisi-definisi di atas, maka kawasan konservasi berfungsi sebagai wilayah untuk melindungi dan melestarikan sumber daya yang ada di dalamnya. Kawasan konservasi tidak hanya berbicara tentang perlindungan dan pelestarian atau pengawetan saja, tetapi juga menekankan pentingnya pemanfaatan kawasan konservasi secara berkelanjutan bagi kesejahteraan masyarakat. Namun demikian, pemanfaatan tersebut bersifat terbatas dan harus mengutamakan kelestarian dan memperhatikan daya dukung kawasan.

DASAR TEORI

Ekosistem merupakan satu kesatuan fungsional sebagai hasil dari interaksi antara lingkungan biotik dan abiotik yang kompleks dan dinamis dan manusia merupakan bagian integral dari ekosistem (MEA, 2005a). Manusia secara sengaja ataupun tidak sengaja mampu mengubah keanekaragaman kehidupan dalam hal ini mengurangi keanekaragaman hayati di laut. Banyak kajian yang dilakukan dan hasilnya memperlihatkan bahwa persistensi suatu populasi pada suatu daerah sangat tergantung pada kualitas konfigurasi wilayah (spasial) dari habitat. Kehilangan habitat dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati (Saunders et al., 1991). Berbagai tindakan sebelumnya yang dilakukan untuk memperlambat atau memperbaiki degradasi ekosistem, dan menghasilkan manfaat yang signifikan, tetapi perbaikan ini pada umumnya tidak sejalan dengan tekanan dan tuntutan yang berkembang. MEA (2005b) juga menyatakan bahwa keanekaragaman hayati merupakan variabilitas di antara organisme hidup, termasuk ekosistem darat, laut, dan akuatik serta memiliki

dinamika ekologi yang tinggi. Keanekaragaman hayati adalah dasar dari beragamnya layanan ekosistem yang secara kritis berkontribusi pada kesejahteraan manusia dan tindakan manusia mempengaruhi keanekaragaman hayati dan juga berpengaruh pada kesejahteraan diri manusia sendiri, padahal keanekaragaman hayati adalah masalah mendasar bagi kelangsungan hidup manusia, karenanya konservasi keanekaragaman hayati menjadi sangat penting (Pramono, 2021).

Pemanfaatan sumber daya alam (SDA) dan konservasi SDA merupakan upaya pengelolaan SDA terutama SDA hayati melalui pemanfaatan secara bijaksana dan menjamin keberlanjutan ketersediaannya dan meningkatkan kualitas keanekaragamannya. Daerah perlindungan adalah penting untuk konservasi biodiversitas dan merupakan suatu pilar yang sesungguhnya dari semua strategi konservasi (Agostini et al., 2015). Manajemen pesisir atau daerah perlindungan laut mewakili satu dari mekanisme utama untuk perlindungan daerah dengan ekologis penting yang signifikan, yang berfungsi sebagai suatu alat penting untuk memastikan konservasi alami dan promosi pembangunan berkelanjutan (Estima et al., 2014). Sebagai sarana pengelolaan perikanan, kawasan konservasi memiliki fungsi perlindungan dan pelestarian ekosistem dari fungsi suatu habitat tempat ikan mencari makan, memijah, bermigrasi dan sebagai tempat pengasuhan (Suraji, 2021).

Ekosistem pesisir secara biologis beragam, produktif secara ekologis dan bernilai ekonomi. Ekosistem pesisir tropis seperti hutan bakau, padang lamun, dan terumbu karang, sering terdapat dengan jarak yang berdekatan dan saling berinteraksi secara fisik dan biologis. Dapat dijelaskan bahwa ekosistem mangrove sebagian besar merupakan sistem berbasis detritus karena mampu menghasilkan sejumlah besar serasah dari daun, cabang dan lainnya. Serasah yang dihasilkan dari kanopi hutan bakau merupakan sumber utama bahan organik dan nutrisi yang bisa menyebar keluar ke perairan pantai yang berdekatan (Twilley, 1988).

Padang lamun dinyatakan sebagai penyuplai bahan bakar untuk jaring makanan di perairan pesisir: Lamun merupakan tanaman berbunga terendam yang tumbuh di hamparan luas di banyak daerah pesisir di dunia. Lamun sering mendominasi lingkungan dangkal dan membentuk habitat produktif dengan struktur kompleks yang kaya akan keanekaragaman hayati (Clough et al., 1998). Lamun juga berfungsi secara ekologis yaitu dengan menyediakan habitat bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan dan menstabilkan garis pantai yang dinamis secara fisik, dengan mengurangi lajunya erosi pantai (Kordi, K.M.G. 2018.). Lamun juga merupakan salah satu kontributor penting bahan organik di lingkungan pesisir, detritus lamun mendukung produksi ikan pemakan detritus. Detritus yang dihasilkan akan diurai oleh jamur dan bakteri pembusuk, menjadi partikel organik ke ekosistem laut (Yulianda, F., 2020).

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem yang paling beragam secara biologis dan produktif di dunia. Terumbu karang melimpah di perairan tropis dan memiliki biomassa serta produktivitas tertinggi (Nontji, 2007). Secara umum dapat dikatakan bahwa adaptasi evolusioner utama terhadap kondisi nutrisi rendah di lingkungan terumbu adalah evolusi hubungan timbal balik yang mengarah pada daur ulang nutrisi yang efisien. Hal ini terlihat dari kelimpahan dan pentingnya interaksi simbiosis dan kelimpahan simbiosis sering kali kompleks dan spesifik sehingga mampu mempertahankan produktivitas (Allen dan Steene, 2003). Karena fakta ini, terumbu karang mendukung sumber daya perikanan yang besar (Nagelkerken et al., 2001). Ikan karang menunjukkan pola migrasi harian, di mana mereka merumput di karang dan di laguna pada siang hari, tetapi berlindung di karang yang lebih dalam pada malam hari. Materi yang berada di lambung ikan pada saat senja akan dilepaskan di perairan terumbu karang atau di tempat perlindungan mereka pada malam hari (Nagelkerken et al., 2000). Bentuk transportasi nutrien ini mungkin merupakan sarana penting untuk daur ulang nutrisi di terumbu karang.

Ketiga ekosistem tersebut memiliki hubungan yang sinergis dan

mengarah pada stabilitas lingkungan pesisir. Mangrove dan lamun menstabilkan sedimen, memperlambat pergerakan air, dan menjebak logam berat dan limpasan yang kaya nutrisi, sehingga meningkatkan kualitas air bagi komunitas karang dan ikan. Mereka juga meningkatkan biomassa ikan terumbu karang dengan menyediakan habitat pembibitan. Terumbu karang, pada gilirannya, menstabilkan bentang laut dengan menyangga arus laut dan meredam aksi gelombang dan mendukung kolonisasi bakau dan lamun. Konektivitas yang terjadi antara ketiga ekosistem sangat penting bagi sumber daya ikan, keseimbangan nutrien dan memitigasi perubahan iklim (Kandasamy dan Alikunhi, 2011).

Konektivitas antara ekosistem pesisir secara ekologi telah berkembang ke arah visi ekosistem sebagai sistem interaksi di mana pusat perhatian bukan lagi kondisi biomassa dari berbagai kelompok organisme, tetapi interaksi di antara mereka, yang dapat diukur melalui aliran materi atau energi (Kandasamy dan Alikunhi, 2011). Ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang secara fungsional saling terkait, tetapi tidak dipahami dengan baik bagaimana cara pengelolaannya agar menjadi lebih baik. Keterkaitan tingkat makro antara ekosistem pesisir diketahui dan diteliti oleh beberapa peneliti (Nagelkerken et al., 2000; Jaxion-Harm et al., 2011; Zhao et al., 2020; Carlson et al., 2021), namun keterkaitan pada tingkat mikro belum banyak diketahui.

Keterkaitan tingkat makro selalu menjadi prioritas dalam membahas hubungan daratan dan lautan, karena ketiga ekosistem pesisir tersebut menunjukkan adanya sinergi yang kuat (Carlson et al., 2021) namun rentan terhadap dampak dari kegiatan yang dilaksanakan di darat, padahal hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang secara fungsional melindungi pantai dari bencana erosi, meredam badai, dan gelombang dan mitigasi banjir (Bridges et al., 2013). Fungsi biologi dari ketiga ekosistem penting pesisir tersebut merupakan tempat asuhan, mencari makan, dan perlindungan bagi jenis-jenis ikan bernilai ekonomi. Konektivitas antar ekosistem pesisir merupakan keterkaitan fisik-kimiawi dan biologis antar habitat dan ekosistem. Interaksi antara ekosistem

pesisir dapat mempengaruhi akumulasi dan kehilangan nutrisi (Ogden dan Zieman, 1977).

Sedangkan keterkaitan secara mikro, termasuk transfer energi dari produktivitas primer ke produktivitas sekunder sampai ke tingkat makanan yang tinggi serta keberadaan berbagai jenis biota laut termasuk ikan sesuai kebutuhan secara biologi maupun ekologi belum banyak dibahas secara mendetail. Padahal konektivitas ekosistem merupakan variabel kunci, karena melalui konektivitas tersebut tergambar adanya manfaat dari salah satu ekosistem yang mengalir ke ekosistem lainnya, sehingga dapat memaksimalkan pemulihan keanekaragaman hayati laut pada kawasan konservasi laut (Zhao et al., 2020).

Konektivitas fisik, kimia, dan biologis (Gambar 1), menjelaskan tentang interaksi secara fisik, adalah mengurangi kekuatan energi laut sedimentasi dan juga kerusakan dari salah satu ekosistem yang dapat berpengaruh pada ekosistem di dekatnya. Sedangkan konektivitas kimiawi terutama aliran hara/nutrien dari ekosistem yang satu ke ekosistem lainnya secara fungsional. Konektivitas biologis terjadi dengan adanya kebutuhan organisme (sumber daya perikanan) dalam mencari makan, perlindungan, mengasuh anak-anak, dan lainnya, terutama melalui penyebaran organisme melalui migrasi aktif dan melalui bantuan kekuatan arus. Mangrove dan lamun dapat meningkatkan biomassa spesies ikan terumbu karang dengan menyediakan habitat bagi larvanya (Unsworth et al., 2008), namun kekuatan konektivitas tergantung pada kelimpahan dan fekunditas organisme hidup yang beragam dan periode pra-kompetensi larva mereka dan lokasi pemijahan dan pola pergerakan ke fase dewasa. Sumber daya makanan yang disediakan melalui organisme hidup yang beragam pada ketiga ekosistem laut pesisir sangat penting untuk kepentingan manusia terhadap ketersediaan sumber daya, terutama sumber daya ikan. Keanekaragaman hayati, dapat pula menggambarkan kesehatan ekosistem (Kay dan Schneider, 1994). Oleh karena itu, konektivitas sangat penting untuk keanekaragaman hayati di habitat pesisir yang rusak secara alami atau yang berhubungan

dengan manusia, termasuk perubahan iklim. Sangat penting untuk mempertahankan koneksi antara mangrove, padang lamun dan terumbu karang untuk meningkatkan ketahanan perairan (Carlson et al., 2021). Ketiga ekosistem ini juga berpartisipasi dalam pertukaran biogeokimia dan trofik yang difasilitasi oleh organisme pantai yang bermigrasi (Parrish, 1989 dalam Carlson et al., 2021). Selain itu, mangrove dan lamun mampu mengatur debit sedimen dari daratan, mengurangi aliran sedimen ekstrem yang dapat saja menutupi karang (Victor et al., 2004; De Boer, 2007; Golbuu et al., 2008 dalam Carlson et al., 2021). Terumbu karang dan lamun, pada gilirannya, dapat melindungi hutan bakau dari aksi gelombang dan mendorong pertukaran biotik yang menguntungkan dengan komunitas mangrove (Ogden, 1988 dalam Carlson et al., 2021).

Kontribusi larva terhadap populasi ikan dewasa adalah melalui proses rekrutmen yaitu adanya penambahan individu baru ke dalam populasi. Proses ini terjadi pada larva yang ditetaskan pada perairan pelagis atau di tempat asuhan seperti ekosistem lamun maupun mangrove ataupun terumbu karang dan selanjutnya akan bermigrasi ke habitat populasi dewasanya (Allen et al., 2003). Ekosistem lamun merupakan habitat hidup dari larva ikan karena ketersediaan makanan dan sebagai tempat perlindungan, sementara struktur hutan mangrove memudahkan penangkapan makanannya dan terhindar dari predator. Pada habitat lainnya terdapat perlindungan yang sama dari ancaman predator, namun agak sulit mencari makanan sehingga ekosistem lamun sedikit tidak cocok untuk larva ikan (Laegdsgaard dan Johnson, 2001). Allen et al., 2003 dan Adrim et al., 2012 menyatakan bahwa tidak semua ikan hidup pada habitat yang sama. Ikan buana (*Achanturus* spp.), kakap (*Lutjanus* spp.) dan kerapu (*Epinephelus* spp.) memanfaatkan terumbu karang sebagai tempat berlindung dan berkeliaran di area terumbu karang.

DISKUSI

Beberapa penelitian, yang dilakukan tentang koneksi darat dan

laut terutama pesisir, karena kerusakan pada ekosistem daratan mempengaruhi ekosistem pesisir terutama ekosistem bakau, lamun, dan terumbu karang. Carlson et al., 2021, menyatakan bahwa pentingnya upaya pelestarian pada ketiga ekosistem penting di pesisir ini, karena kerusakan meningkat akibat penggundulan hutan di daratan dan beberapa aktivitas antropogenik lainnya. Semakin dekat pemukiman penduduk ke ekosistem pesisir, maka tekanan terhadap pemanfaatan sumber daya perikanan semakin meningkat dan masuknya polutan dari daratan semakin tinggi, sehingga dapat mengganggu kestabilan ekosistem pesisir. Namun demikian populasi manusia juga memberi dampak positif pada koneksi antar ekosistem pesisir, karena input nutrien hasil kegiatan manusia masuk ke ekosistem pesisir. Ketiga ekosistem penting di wilayah pesisir tersebut merupakan penghuni zona transisi daratan dan lautan yang bersifat dinamis.

Sementara perencanaan daratan dan lautan yang terintegrasi masih sulit terlaksana karena ruang darat dan laut biasanya dikelola oleh beberapa lembaga yang tidak memiliki mandat hukum untuk berbagi wewenang (Brown et al., 2019). Sementara Carlson et al., 2021, menambahkan bahwa hanya sedikit zona interaksi yang dijadikan kawasan lindung, padahal batas antara bakau, lamun dan terumbu karang merupakan kawasan dengan efisiensi konservasi yang tinggi, sehingga mereka membahas khusus empat jenis efisiensi konservasi di ekosistem pesisir yaitu: 1. Peningkatan resistensi terhadap gangguan melalui umpan balik antar ekosistem; 2. Keanekaragaman hayati yang tinggi dalam wilayah geografi yang kecil; 3. Efek portofolio habitat yang menimbulkan perlindungan; dan 4. Sinergis jasa ekosistem. Demikian juga karena koneksi antara bakau, lamun dan terumbu sehingga perlu adanya peningkatan perlindungan pada satu ekosistem akan menguntungkan bagi ekosistem yang berdekatan. Hal ini menunjukkan pentingnya konservasi secara terpisah antara darat dan lautan (Storm et al., 2005).

Konservasi strategis dibutuhkan dalam mengatasi peningkatan ancaman terhadap ekosistem dan konservasi darat-laut merupakan prioritas

(Alvaro-Romero et al., 2005; Jupiter et al., dan Delevaux et al., 2018), terutama melindungi hutan bakau, padang lamun, dan terumbu karang secara sinergis dapat meningkatkan manfaat konservasi karena adanya umpan balik positif di wilayah/ habitat batas. Habitat batas didefinisikan sebagai bagian dari tepi dua jenis habitat yang berdekatan (Strayer et al., 2003) dan memiliki kondisi abiotik yang berbeda misalnya suhu dan cahaya yang berbeda dari habitat di dekat habitat lainnya (Ewer dan Didham, 2006).

Perlindungan pada kawasan konservasi perairan dan perlindungan sumber daya perikanan sangat penting untuk menjaga populasi ikan dan menjaga kehilangan habitat. Beberapa kawasan konservasi secara eksplisit dirancang untuk memaksimalkan konektivitas darat-laut (Giakoumi et al., 2019 dan Harris et al., 2019), namun manfaat nyatanya sulit untuk diukur secara langsung karena banyak penelitian yang dilaksanakan hanya mengandalkan pemodelan dan atau analysis skenario dalam memprediksi efek konservasi tersebut (Guannel et al., 2016 dan Oleson et al., 2018).

Igulu et al. (2014) menyatakan bahwa habitat fase juvenil dan dewasa jenis-jenis ikan laut berbeda secara spasial, dan perlindungan spasial untuk fase juvenil dapat meningkatkan populasi ikan dewasa. Hal ini dapat terjadi melalui peningkatan kepadatan, pertumbuhan, dan kemampuan bertahan hidup maupun perpindahan juvenil dari daerah asuhan ke habitat dewasanya. Pergerakan fungsional ikan dari habitat juvenil ke habitat dewasa merupakan parameter penting yang harus diperhatikan, karena sebagian jenis ikan karang memiliki dua tahap kehidupan yaitu tahap larva sebagai biota pelagis (meroplankton) dan fase bentik. Sehingga untuk menunjang keberadaan ikan dewasa dan juvenil ikan karang, lamun maupun mangrove bisa mendukung perkembangan ikan dalam tahap larva atau juvenil sebelum melakukan pergeseran habitat ontogenetik (Nagelkerken, 2007).

Hasil penelitian dari Kimirel et al., (2013) memberikan bukti konklusif

bahwa habitat mangrove dan lamun mampu berkontribusi meningkatkan populasi ikan karang di Indo-Pasifik. Hal ini mendukung konsep ilmiah di mana habitat juvenil sangat potensial dalam meningkatkan populasi ikan dewasanya. Dalam Kimirel et al., 2013, ditemukan bahwa *Lethrinus harak*, *L. lentjan*, dan *Lutjanus fulviflamma*, melakukan perpindahan habitat dari bakau atau lamun ke terumbu karang secara ontogenetik (Nagelkerken et al., 2000).

Penelitian di Caribbean (Igulu et al., 2014) mendapatkan bahwa kepadatan juvenil secara signifikan lebih tinggi pada habitat mangrove dibandingkan pada habitat lamun, namun kepadatan juvenil pada habitat mangrove dan lamun jauh lebih tinggi dibandingkan dengan di habitat terumbu karang. Sedangkan di perairan Indo-Pasifik kepadatan di habitat lamun dan terumbu karang lebih tinggi dibandingkan pada habitat bakau, yaitu 13 dari 18 jenis lebih tinggi di habitat lamun daripada di habitat bakau. Pola yang sama terjadi pada habitat terumbu dan bakau, karena 9 dari 16 jenis secara signifikan lebih tinggi di bakau dari pada di habitat terumbu, sedangkan juvenil *Scarus coeruleus* lebih melimpah pada habitat karang dan lamun dibandingkan dengan di habitat mangrove.

Pola ini kemungkinan disebabkan karena hutan mangrove di perairan dangkal Indo-Pasifik sering kali terlalu dangkal sehingga pada saat air surut akan membatasi kemampuan ikan untuk tetap berada di hutan bakau selama kondisi pasang surut (Groll et al., 2014). Akan tetapi beberapa jenis ikan tetap memanfaatkan hutan mangrove karena melimpahnya sumber makanan karena tidak terdapat predator.

STUDI KASUS

Studi yang dilakukan oleh Huliselan dkk (2017), yang dilakukan di perairan pesisir dan laut kawasan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat, Maluku, memiliki habitat (ekosistem) yang unik karena adanya tiga ekosistem perairan pesisir tropis yang saling berdampingan pada satu

kawasan, yaitu terumbu karang, lamun dan mangrove serta memiliki keanekaragaman biota laut yang tinggi (Wouthuyzen dan Sapulete, 1994; Wawo et al., 2014: Huliselan dkk., 2017b). Selain ketiga ekosistem utama tersebut, terdapat ekosistem laguna, terumbu tenggelam (*patch reef*), serta empat pulau kecil dan sangat kecil di kawasan Teluk Kotania (Huliselan, dkk. 2017).

Menyangkut keunikan, bagian depan Teluk Kotania terdapat ekosistem Pasi (daerah penangkapan pada Saaru Tenggelam) dan juga Saaru Tenggelam sebagai tempat pancing ikan kakap merah (*Pristipomoides* spp., *Aphareus* sp., *Aprion* sp.) dan ikan ekor kuning atau Lalosi Papang (*Caesio cuning*), kerapu, dan lencam. Selain habitat tersebut, perairan Teluk Kotania memiliki 11 laguna pesisir yang berukuran kecil dan sedang, serta terdapat empat pulau sangat kecil. Keunikan tersebut hanya terdapat di beberapa wilayah di Indonesia, terutama di Indonesia Bagian Timur (termasuk wilayah Provinsi Maluku).

Perairan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat, merupakan perairan dengan berbagai aktivitas masyarakat sekitarnya seperti: budidaya rumput laut, budidaya mutiara, budidaya ikan, penambangan karang, penebangan mangrove serta kegiatan penangkapan ikan yang destruktif. Berbagai kegiatan antropogenik tersebut berpengaruh terhadap populasi ikan dewasa, juvenil maupun larva ikan, sehingga pada saat ini, hasil tangkapan nelayan cenderung menurun dan ukuran ikan yang tertangkap semakin kecil dari waktu ke waktu, karenanya nelayan harus menangkap ikan di perairan yang lebih jauh dibandingkan dengan waktu sebelumnya (Huliselan dkk. 2017).

Perairan Teluk Kotania merupakan perairan estuari semi tertutup yang memiliki potensi sumber daya perikanan terutama yang bernilai ekonomis penting. Hasil penelitian Huliselan dkk (2017b) juga mendapatkan bahwa di perairan Teluk Kotania terdapat sebanyak 312 spesies ikan yang terdiri dari 68 genera dan 23 famili. Ikan kerapu (famili Serranidae) dan kelompok ikan kakap (famili Lutjanidae) yang merupakan ikan

target penangkapan nelayan perairan Teluk Kotania, dengan intensitas penangkapan yang terus meningkat sehingga ± 17 tahun (2000-2017) sekitar 12 spesies telah hilang, sehingga pada saat ini hanya tersisa 36 spesies yang masih ditemukan (Huliselan, dkk 2017). 12 spesies ikan tersebut yaitu *Cephalopholis polleni*, *Epinephelus areolatus*, *E. bleekeri*, *E. bilobatus*, *E. caeruleopunctatus*, *E. fasciatus*, *E. hexagonatus*, *E. malabaricus*, *E. polyphekadion*, *E. sexfasciatus*, *E. tauvina*, dan *E. undolosus*, telah hilang dari perairan Teluk Kotania, sehingga penentuan kesesuaian kawasan konservasi dan pengelolaan kawasan perairan Teluk Kotania dilakukan dengan merujuk pada Panduan Identifikasi, Inventarisasi dan Pencadangan Kawasan Konservasi Perairan (KKP), Kawasan Konservasi Perairan dan Pulau-Pulau Kecil atau KKP3K (Lubis, dkk., 2014) tersebut.

Ekosistem hutan mangrove di kawasan Teluk Kotania dilaporkan bertambah luas, karena pada tahun 1972 tercatat seluas 779 ha, tahun 1986 seluas 1.071 ha dan pada tahun 1993 mencapai luas 1.171 ha. Tetapi pada tahun 1997/1998, ekosistem mangrove Teluk Kotania mengalami degradasi secara luas dan tersisa seluas 1.146 ha (Supriyadi, 2009).

Ekosistem padang lamun juga merupakan habitat hidup larva ikan karena ketersediaan makanan dan adanya perlindungan bagi larva ikan (Laegdsgaard dan Johnson, (2001). Ekosistem padang lamun di Teluk Kotania seluas 823,615 ha serta mempunyai keanekaragaman dan kelimpahan jenis ikan yang tinggi (Wawo et al., 2014a). Kelimpahan ikan di padang lamun Pulau Osi dan Pulau Marsegu terkoleksi sebanyak 207 jenis (Peristiwady, 1994).

Menurut Wawo et al., (2014b), luas terumbu karang Teluk Kotania mencapai 1.059,442 ha. Pada perairan Teluk Kotania terdapat sebanyak 67 jenis karang (Wouthuyzen dan Sapulete, 1994). Hasil penelitian Huliselan dkk (2017) ditemukan sebanyak 312 spesies ikan karang ekonomis dewasa dari 68 genera dan 23 famili. Kondisi terumbu karang sebagai habitat ikan karang di Teluk Kotania telah terdegradasi akibat

tekanan pemanfaatan sumber daya ikan karang yang tidak bijak.

Data parameter hidrologi perairan, zooplankton dan iktioplankton (telur dan larva ikan), kondisi habitat (ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang), produktivitas perairan (ekosistem), lokasi pemijahan dan asuhan atau pembesaran telur dan larva ikan, sumber daya ikan dewasa, habitat ikan langka/endemik dan dilindungi, serta berbagai data dan informasi aktivitas pemanfaatan sumber daya perikanan Teluk Kotania yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari hasil penelitian tahun pertama (2017). Data dan informasi tersebut digunakan untuk menganalisis kategori dalam penentuan kesesuaian kawasan konservasi dan pengelolaan kawasan perairan Teluk Kotania dengan merujuk pada Panduan Identifikasi, Inventarisasi dan Pencadangan Kawasan Konservasi Perairan (KKP), Kawasan Konservasi Perairan dan Pulau-Pulau Kecil atau KKP3K (Lubis, dkk., 2014).

Analisis kriteria konservasi untuk penentuan kategori kawasan konservasi Teluk Kotania merujuk pada Panduan Identifikasi, Inventarisasi dan Pencadangan KKP, P3K Direktorat KKJI, KKP (Lubis, dkk., 2014). Analisis dibangun berbasis panduan, kajian teori dan konsepsi ekologi dengan fakta penelitian di perairan Teluk Kotania, Provinsi Maluku, melalui 21 kriteria yaitu: Keanekaragaman hayati, Kondisi (Status) Ekosistem, Kealamianah, Keterkaitan Ekologis, Keterwakilan, Keunikan, Produktivitas Perairan, Daerah Ruaya, Habitat Ikan Khas/Langka/Unik/Endemik dan Dilindungi, Daerah Pemijahan Ikan, Daerah Pengasuhan, Dukungan Masyarakat, Potensi Konflik Kepentingan (analisis *stakeholder*), Potensi Ancaman, Potensi Sejarah Maritim, Kearifan Lokal, Adat Istiadat, Nilai Penting Perikanan, Potensi Rekreasi dan Pariwisata, Estetika, Kemudahan Pencapaian Lokasi.

Pulau Marsegu dan perairan sekitarnya telah ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Taman Wisata Alam Laut (TWAL) melalui Keputusan Menhutbun No. 114/Kpts-II/1999 dengan luasan 11.000 ha, dengan pengelolaan yang dibagi atas 5 zona yaitu zona inti, zona pemanfaatan,

zona perlindungan, zona pemanfaaan tradisional, dan zona rehabilitasi (Supriyadi, 2009). Dalam perkembangannya pada tahun 2014, BKSDA Maluku menetapkan TWAL Pulau Marsegu dan perairan sekitarnya (Teluk Kotania) dengan sistem Blok yaitu blok perlindungan, blok rehabilitasi, blok pemanfaatan dan blok tradisional, namun tidak dievaluasi manfaat penentuan blok tersebut.

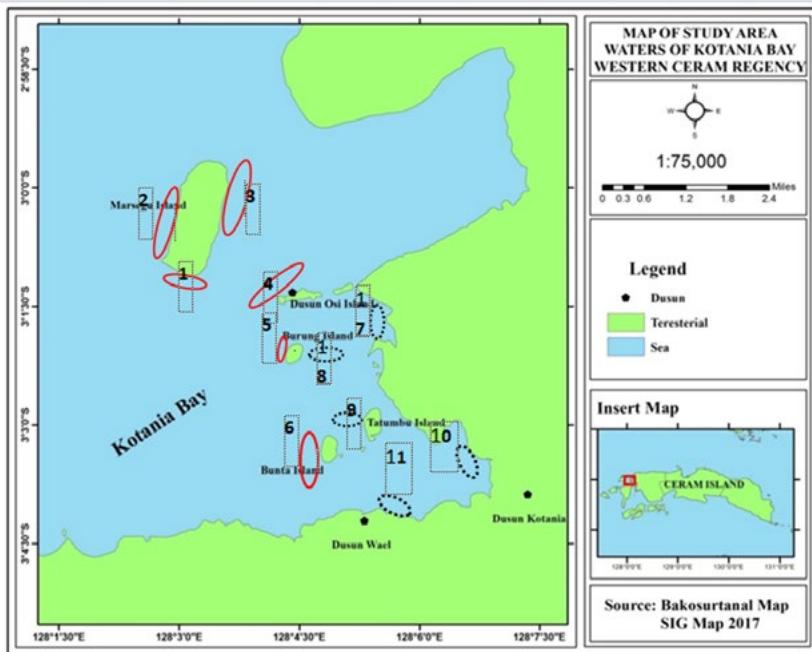
Pulau Marsegu, Seram Bagian Timur, Maluku, adalah pulau karang dengan luasan 240,20 ha. Berdasarkan latar belakang dan hasil penelitian Huliselan dkk. (2017) terdeteksi bahwa sistem blok yang ditetapkan oleh Badan Konservasi Sumber Daya Alam Provinsi Maluku tahun 2014, sudah tidak sesuai karena berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dari tahun 2017 sampai 2018, keberadaan ekosistem beserta organisme yang berasosiasi di dalamnya, maka blok tersebut sudah tidak dapat dikategorikan sebagaimana blok yang telah ditetapkan peruntukannya. Karenanya penelitian ini dilanjutkan agar dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menetapkan kembali zona tersebut, yang didasarkan pada model konseptual tentang Rencana Zonasi (Rezonasi) dan Rencana Pengelolaan Zonasi Perairan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Teluk Kotania berupa Tata Kelola Kawasan Konservasi Teluk Kotania Berbasis Zonasi dengan Model Kelola Zona Parsial.

Secara umum keragaman hayati ekosistem mangrove ($H = 1,31$ - $1,78$), padang lamun ($1,21$ - $1,92$), dan terumbu karang ($H' = 3,12$ - $3,54$), sehingga nilai di Teluk Kotania adalah $H' = 2,31$. Dengan demikian, status keragaman hayati ketiga ekosistem perairan tropis pada kawasan Teluk Kotania termasuk kategori Sedang ($H' > 1-3$),

Persen penutupan mangrove (82,8%), lamun (61,85%) dan karang (58,2%), secara umum persen penutupan ketiga ekosistem utama perairan tropis ini di perairan Teluk Kotania adalah 67,5%. Dengan demikian, persentase penutupan tiga ekosistem utama perairan tropis tersebut adalah $>50 - < 75\%$, sehingga kondisi tiga ekosistem di perairan Teluk Kotania tergolong Sedang, dengan nilai skor 2 dan termasuk kelas

sesuai untuk dikonservasi. Penentuan kesesuaian kawasan konservasi dan pengelolaan kawasan perairan Teluk Kotania dengan merujuk pada Panduan Identifikasi, Inventarisasi dan Pencadangan Kawasan Konservasi Perairan (KKP), Kawasan Konservasi Perairan dan Pulau-Pulau Kecil atau KKP3K (Lubis, dkk., 2014).

Gambar 1. Peta sebaran habitat/lokasi ikan ekonomis dewasa yang



siap memijah

Analisis keterkaitan ekologis yang dilakukan dalam penelitian Huliselan dkk (2017) didasarkan pada hubungan antar ekosistem di kawasan perairan Teluk Kotania, berbasis pada parameter ruaya ikan. Hasil perhitungan terhadap parameter tersebut dapat memberikan gambaran bahwa sesuai nilai asosiasi ikan terhadap setiap ekosistem (N_{ae}), cenderung berbeda. Hasil identifikasi terhadap total jenis ikan (312 jenis) yang ditemukan pada setiap ekosistem utama ditemukan jenis-jenis ikan karang, ikan lamun dan ikan mangrove melakukan ruaya ke setiap

ekosistem, khususnya akibat pengaruh pasang surut (Tabel 1). Nilai Keterkaitan Ekologis (NKE) yang ditunjukkan sebesar 5.03 (50.3%), nilai ini menggambarkan tingkat keterkaitan ekologis pada habitat utama di perairan Teluk Kotania yang didasarkan tingkat asosiasi kelompok ikan pada setiap ekosistem yang tergambar pada Tabel 1. Status pada kriteria penilaian adalah $\geq 50\%$, di mana penilaian komponen ekosistem Terkait Secara Ekologis berada pada Skor 2. (terdapat keterkaitan yang cukup kuat). Jumlah jenis ikan yang berasosiasi pada habitat lamun lebih sedikit dibandingkan dengan habitat karang dan mangrove (Storm et al., 2005; Nagelkerken et al., 2000, 2007; Kimerel et al., 2013; Groll et al., 2014; Igulu et al., 2014).

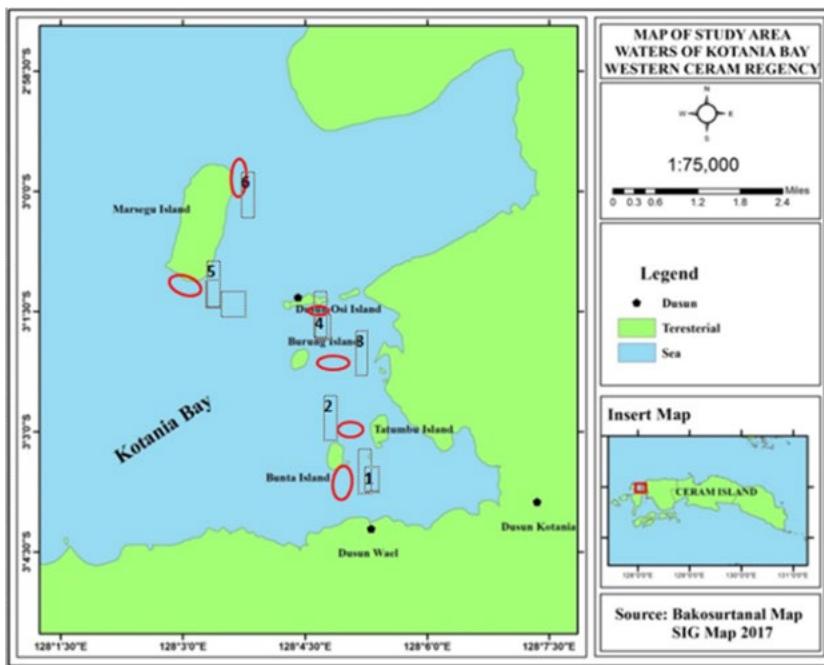
Tabel 1. Keterkaitan ekologis sesuai asosiasi kelompok ikan dewasa dan juvenil di tiga ekosistem utama Teluk Kotania

ASOSIASI IKAN TERHADAP EKOSISTEM								
KELOMPOK IKAN	JUMLAH JENIS	TERUMBU KARANG	NAE _{TRB}	LAMUN	NAE _L	BAKAU _B	NAE _B	NKE
Ikan Karang	196	196	1.00	24	0.12	36	0.18	1.30
Ikan Lamun	53	26	0.49	53	1.00	30	0.57	2.06
Ikan Mangrove	63	15	0.24	27	0.43	63	1.00	1.67
			1.73		1.55		1.75	5.03
Jumlah Ikan	312	237		109		129		(50.3%)

Potensi ikan mangrove berkisar antara 22,63-48,56 kg/ha (rata-rata 31,23 kg/ha). Berbasis kriteria penilaian produktivitas, ikan mangrove memiliki nilai rata-rata pada status produktivitas tinggi (>20 kg/ha). Potensi ikan lamun berkisar antara 16,81- 20,36 kg/ha (rata-rata 18,87 kg/ha). Sesuai kriteria penilaian produktivitas, ikan lamun memiliki nilai rata-rata potensi ikan lamun pada status tinggi (>10 kg/ha). Potensi ikan karang berkisar antara 600 - 8030 kg/ha (rata-rata 3730 kg/ha). Produktivitas ikan karang antar stasiun terumbu dan rata-ratanya di Teluk Kotania berada pada status produktivitas tinggi (>1200 kg/ha), dengan nilai Skor 3 dan termasuk kelas Sangat Sesuai.

Kawasan perairan depan Teluk Kotania menjadi daerah migrasi ikan layang, tongkol, cakalang, dan pari burung. Selain itu, perairan teluk ini menjadi daerah ruaya mamalia laut, yaitu paus dan lumba-lumba di bagian depan Teluk Kotania. Terkait habitat ikan langka dan dilindungi, padang lamun dan perairan sekitarnya menjadi habitat makan dari dugong serta penyu yang dilindungi, sehingga statusnya satu atau dua jenis ikan khas/langka/unik/endemik. Selain itu, ekosistem padang lamun, terumbu karang dan perairan sekitarnya, dan laguna menjadi habitat kelompok biota dilindungi, yaitu dugong, ikan napoleon, Pari Manta, penyu, dan kima yang dilindungi.

Perairan Teluk Kotania memiliki ekosistem mangrove, lamun, terumbu karang dan laguna sebagai daerah pengasuhan ikan, di antaranya larva dan juvenil ikan baronang (*Siganus* sp.) pada ekosistem padang lamun, larva dan juvenil ikan karang pada padang lamun dan terumbu karang, serta larva ikan pada ekosistem laguna. Sesuai hasil analisis keberadaan iktioplankton (kepadatan telur dan larva ikan) yang dikoleksi, dapat nyatakan bahwa ekosistem terumbu karang dan laguna dangkal yang ditumbuhi lamun dan karang, maka perairan di kawasan Teluk Kotania merupakan daerah pemijahan beberapa jenis ikan (Gambar 2).

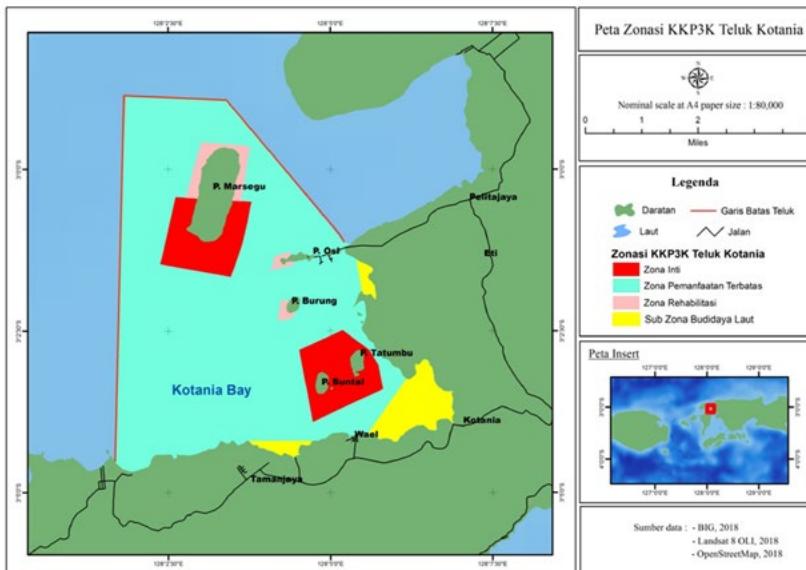


Gambar 2. Peta sebaran habitat pembesaran telur dan larva dan tempat makan larva ikan

Nilai penting perikanan juga dianalisis dengan mengacu pada perbandingan nilai produksi perikanan tangkap dan budidaya terhadap total nilai produksi perikanan Kawasan Teluk Kotania. Analisis nilai produksi perikanan tangkap dan budidaya di Kawasan Teluk Kotania sebesar Rp. 32.218.412.000.- dan nilai total produksi perikanan sama dengan nilai produksi perikanan tangkap dan budidaya karena tidak ada kontribusi nilai produksi pengolahan hasil perikanan. Hasil identifikasi nilai produksi perikanan tangkap dan budidaya Kabupaten Seram Bagian Barat Rp. 300.198.975.370,-. Secara agregat, total nilai produksi perikanan di Kabupaten Seram Bagian Barat mencapai Rp. 605.749.307.770,-.

Dengan menggunakan basis data dan informasi serta kriteria dan pertimbangan, maka penentuan Kategori Kawasan Konservasi Teluk Kotania dilakukan mengikuti Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan (KKJI) (2014). Kategori kawasan konservasi ditentukan melalui suatu penilaian Skor dan Bobot dari tiga kategori umum (Direktorat KKJI, 2014), yaitu Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K), Kawasan Konservasi Maritim (KKM), dan Kawasan Konservasi Perairan (KKP).

Penentuan kategori kawasan konservasi Teluk Kotania menunjukkan distribusi penilaian yang berbeda untuk tiap kategori kawasan. Penilaian yang dilakukan membuktikan nilai skoring untuk KKP3K sebesar 1,01 (termasuk dalam nilai skoring paling tinggi) sehingga dipilih dibanding nilai skoring untuk KKM sebesar 0,91 yang berada pada nilai skoring sedang, dan skoring untuk KKP dengan nilai 0,89 berada pada nilai skoring paling rendah sehingga tidak terpilih. Hasil analisis menunjukkan bahwa kawasan perairan Teluk Kotania termasuk Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K) (Gambar 3 dan Tabel 2).



Gambar 3. Peta Zonasi KKP3K Jenis Taman Pulau Kecil Teluk Kotania

Tabel 2. Luas zona dan sub zona KKP3K Jenis Taman Pulau Kecil di Teluk Kotania.

NO	ZONASI	LUAS (HA)	PERSEN (%)
1	Zona Inti	833,92	8,40
	Zona Inti 1	441,15	52,90
	Zona Inti 2	392,77	47,10
2	Zona Pemanfaatan Terbatas :	8.867,40	89,22
	Sub Zona Perikanan Tangkap	8.499,72	95,85
	Sub Zona Budidaya Laut	361,68	4,08
3	Zona Rehabilitasi :	281,42	2,83
	Zona Rehabilitasi 1	237,07	84,24
	Zona Rehabilitasi 2	20,63	7,33
	Zona Rehabilitasi 3	23,72	8,43
Total		9.938,39	100

KESIMPULAN

Berdasarkan dasar teori dan hasil penelitian dapat disimpulkan:

- Konektivitas ekologis antara ekosistem penting mangrove, lamun dan terumbu karang memiliki keterkaitan erat (NKE dengan nilai 50.3%) dan nilai asosiasi (Nae) yang berbeda antar habitat utama,
- Lokasi tempat ikan bernilai ekonomis penting memijah adalah di mana ketiga ekosistem berada pada keadaan baik dan sehat (persen penutupan > 50-< 75%),
- Penetapan kawasan konservasi haruslah berdasarkan hasil penelitian yang komprehensif,
- Upaya pengelolaan harus dilakukan secara baik dan bijak oleh badan/lembaga/organisasi yang ditetapkan, sehingga efektivitas pengelolaan dapat terwujud,
- *Monitoring* dan evaluasi harus dilakukan secara rutin dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agostini, V.N., S.W. Wmargles, J.K. Knowles, S.R. Schill, R.J. Bovino and R.J. Blyther. 2015. Marine Zoning in St. Kitts and Nevis: A Design for Sustainable Management in the Caribbean Ocan and Coastal Management, 104:1-10.
- Allen, G. Steen R. P. Humann and Deloach N. 2003. Reef Fish Identification of Tropical Pacific Florida USA, New World Publication Inc. p 457,
- Alvarez-Romero, J.G., Pressey, R.L., Ban, N.C., V ance-Borland, K., Willer, C., Klein, C.J, Gaines, S.D. 2015. Integrated land-sea conservation planning: the missing links. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 42 (2011). pp 381-400.
- Badan Informasi Geospasial Indonesia , 2018
- Ball, I. and H.Possinham. 2000. Marxan (v1.8.2): Marine Reverse Design using Spatially Eksplicit Annealing. A Manual Prepared for the Great Barrier Reef Marine Park Authority. 69 p
- Brown, C.J., Jupiter, S.D., Albert, S., Anthony, K.R.N., Hamilton, R.J., Fredston-Hermann, A., Halpern, B, S., Yung Lin , H., Maina, J., Mangubhai, S., Mumby, P.J/, Possingham, H.P., Saunders, M.I., Tulloch, V.J.D., Wenger, A., Klein, C..J., 2019. A guide to modeling priorities for managing land-based impacts on coastal ecosystems. J. Appl. Ecol., 56 (5), pp. 1106-1116.
- Carlson, Rachel, R. Luke J. Evans, Shawna A. Foo, Bryant W. Grady, Jiwei Li, Megan, Seeley, Yaping Xu, and Gregory P. Asner. 2021. Synergistic bebefits of conserving land-sea ecosystem. Global Ecology and Conservation, 28(2021) e01684. Elsevier.

- Clough, B.F., J.E. Ong and W.K. Gong. 1998. Estimating leaf area index and photosynthetic production in canopies of the mangrove. *Marine Ecol. Prog. Ser.* 159: 285-292.
- Delevaux, J., Winter, K.B., Jupiter, S.D., Blaich-Vaughan, M., Stamaulis, K.A., Bremer, K., Garrod, P. Troller, J.L. Ticktin, T., 2018. Linking land and sea through collaborative, research to inform contemporary applicating of traditional resorce management in Hawaii. *Sustan. Sci. Pract. Policy.* 10 (9), p 3147.
- Estima, D.C., M.A.M. Ventura, A. Rabinovici and M.c.P.F. Martins. 2014. Concession in Tourism Service and Patnership in the Marine National Parkbof Fernando de Noronha Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 14 (2): 215-32.
- Ewers, R.M., and R.K. Didham. 2006. *Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation*. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 81 (1) (2006), pp. 117-142
- FAO. 2003. Ecosystem Approach to Fisheries. FAO Technical Paper.
- Harris, L.R., Bessinger, M., Dayaram, A., Holness, S., Kirkman, S., Livingstone, T.C., Lombrd, A.T., Luck-Vogel, M., Pfaff, M., Sink, K.J., Skowno, A.L., Van Niekerk, L., 2019. Advancing land-sea integration for ecologically meaningful coastal conservation and management. *Biol. Comserv.*, 237 (2019), pp. 81-89.
- Huliselan, N.V., Wawo, M., Tuapattinaja, M.A., and Sahetapy, D. 2017. Keberlanjutan Populasi Ikan Dewasa Berbasis Kontribusi Larva Terhadap Peningkatan Perekonomian Nelayan di Seram Barat, Provinsi Maluku. Laporan Penelitian MP3EI. Universitas Pattimura
- Huliselan, N.V., Wawo, M., Tuapattinaja, M.A., and Sahetapy, D. 2019. Management of demersal fish of Kotania Bay.Western Part of Seram, Maluku Province, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences 339 (2019) 012004.doi: 10.1088/1755-1315/339/1/01204.

- Huliselan, N.V., D. Sahetapy., M.A. Tuapattinaja and M. Wawo. 2019. Community structure of target fish at four tiny islands coral reefs in inner Kotania Bay Maluku Province, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences 339 (2019) 012015. doi: 10.1088/1755-1315/339/1/012015.
- Huliselan, N.V., Wawo, M., Tuapattinaja, M.A., and Sahetapy, D. 2017b. Present status of grouper fisheries at waters of Kotania Bay, Western Seram District, Maluku Province. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences 89 (2017) 012002. Doi: 10.1088/1755-1315/89/1/012002.
- Jupiter, S.D., Wenger, A. Klein, C.J., Albert, S., Mangubhai, S., Nelson, J., Teneva, L., Tulloch, V.J., White, A.T., Watson, J.E.M., 2017. Opportunities and constraints for implementing integrated land-sea management on islands. Environ. Conserve., 44 (3) pp. 254-266.
- Kandasamy, K., and M. Alikunhi. 2011. Tropical Coastal Ecosystems, rarely explored for their interaction. Ecologia (2011). Vol. 1 No. 1. Pp. 1-22.
- Kay, J.J. and E. Schneider. 1994. Embracing complexity the challenge of the ecosystem approach. Alternatives: 20:32-38
- Kimirel, I.A., Nagelkerken, I. M., Mgaya, Y.D., Huljbers, C.M.,, 2013. The mangrove nursery paradigm revisited: Otolith stable isotopes support nursery-to reef movement by Indo-Pacific fishes. PLoS one 8:e66320.
- Kordi. K.M.G. 2018. Mengenal dan mengelola Padang Lamun. Penerbit Indeks, Jakarta. p 185
- Laegdsgaard and C. Johnson. 2001. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 257 (2001) 229-253. Elsevier.
- Lubis, S.,B. Suraji, N.Rasyid, A.S. Kenyo, H., A.R. Jannah, D.R. Wulandari, M. Saefudin, M. Ashari, R. Widiasutik, T. Kuhaja, Y.A. Afandi,

K. Sudarsono. 2014. Panduan Identifikasi, Inventarisasi, dan Pencadangan Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (Suplemen I). Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Ditjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan R.I.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystem and Human Well-being: Synthesis. Island Press. Washington DC. p 137

Mumby, P., A. Edwards, E.A. Gonzalez, K. Lindeman and P. Blacwell. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef. *Nature*, 427: 533-536.

Nagelkerken, I.M., Dorenbosc, M., Verberk, W.C.E.P., Cocheret de la Moriniere, E., Van der Velde, G., 2000. Importance of shallow water biotopes of a Caribbean bay for juveniles coral reef fishes: pattern in biotope association, community structure and spatial distribution. *Marine Ecology Progress Series* 202: 175-192.

Nagelkerken, I.M., 2007. Are non-estuarine mangrove connected to coral reefs through fish migration?. *Bulletin of Marine Science* 80: 595-607.

Nagelkerken, I.M., M. Dorenbosh, W.C.E.P. Verberk, E.C. de la Moriniere and G. van der Velde. 2000. Dependence of mangrove and coral reef as a nursery for important coral reef fish: using a visual census technique. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 51:31-44.

Ogden, J.C. and Zieman, 1977. Ecological aspects of coral reef, seagrass bed contacts in the Caribbean. Proc. Int. Proceedings of Third International Coral Reef Symposium Vol. 1: Biology. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, Florida.

Peristiwady, T. 1994. Fishes at seagrass of Osi Island and Marsegu Island, Western Seram

Pramono, A.H. 2021. Metode dan Kajian : Sumberdaya Hayati dan Lingkungan. Dedit oleh Jatna Supriana. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.

Saunders, D.A., Hobbs R.J. dan Margules C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review Conservation Biology, 3: 18-22.

Stoms, D.M., Davis, F.W., Andelman, S.J., Carr, M.H., Gaines, S.D., Halpern B.S., Hoenicke, R., Leibowitz, S.G., Leydecker, A., Madin, E.V. 2005. Integrated coastal reserve planning: making the land-sea connection. Front. Ecol, Environ: 3 (8), 429-436.

Starayer, D.L., Power, M.E., Fagan, W.F., Pickett, S.T.A., Belnap, J. 2003. A Classification of ecological boundaries. Bioscience, 53 (8), pp 723-729.

Suraji, N. Rasyid, A. Sofiullah, A.R. Jannah, A.S. Kenyo H., D.R. Wulandari, M. Saefudin, M. Ashari, R. Widiaستutik, T. Kuhaja, Y.A. Afandi, A.S. Soemodinoto, 2014. *Panduan Penyusunan Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil* (Suplemen 3). Direktorat KKJI, Dirjen KP3K, Kementerian Kelautan dan Perikanan R.I

Twilley, R.R., R.H. Chen and T. Hargis. 1992. Carbon sinks in mangrove and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystem. Water, Air and Oil Pollution, 64: 265-288

UNESCO, 1983. Coral reefs, Seagrass, and Mangrove Ecosystem. The Connection in Coral Reef, Seagrassbed and Mangrove: Their Interaction in the Coastal Zone of the Caribbean (J.C. Ogden, Ed.). UNESCO Rep. Mar. Sci. 23:6-16.

Unsworth, R.K.F., P.S. De Leon, S.L. Garrard, J. Jompa, D.J. Smith and J.J. Bell. 2008. High connectivity of Indo-Pacific Seagrass, mangrove and coral reef habitats. Mar. Ecol. Prog. Ser. 353: 213-224.

Wawo, M., L. Adrinto, D.G. Bengen., Y. Wardiatno. 2014. Pengembangan Sistem insentif berbasis jasa ekosistem dalam pengelolaan ekosistem lamun berkelanjutan (Kasus perairan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat). Disertasi. IPB.

Wouthuyzen, S dan D. Sapulete. 1994. Keadaan wilayah pesisir Teluk Kotania, Seram Barat pada masa lalu dan sekarang: Suatu tinjauan *dalam* Wouthuyzen, S. et al., (ed). Perairan Maluku dan sekitarnya. Balitbang sumberdaya laut, P3O-LIPI Ambon. 7:1-19.

Yulianda, Fredinan. 2020. Strategi konservasi ekosistem lamun: Bagi pembangunan Indonesia. Lesson learn Konservasi. 20 Mei 2020. IPB. Bogor.



VARIABEL PENENTU KAWASAN KONSERVASI SEBAGAI HABITAT DALAM SIKLUS HIDUP SPESIES IKAN KOMERSIAL

Juliaeta A.B. Mamesah, Niente V. Huliselan, Maureen A. Tuapattinaja,
Frederik W. Ayal

PENDAHULUAN

Konservasi telah menjadi tuntutan dan kebutuhan yang harus dipenuhi sebagai harmonisasi atas kebutuhan ekonomi masyarakat dan keinginan untuk melestarikan sumber daya yang ada bagi masa depan. Membumikkan konservasi laut adalah upaya penyelamatan ekosistem yang sudah dilakukan sejak dahulu. Misalnya melalui program *Marine and Coastal Resources Management Program* (MCRMP) yang dilakukan di awal tahun 2000, pemerintah mendorong pengelolaan sumber daya alam yang bertujuan pada pelestarian ekosistem dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir. Kawasan konservasi perairan dapat dijadikan salah satu alat pengelolaan sumber daya pesisir dan laut yang efektif, yaitu melalui pengalokasian sebagian wilayah pesisir dan laut sebagai tempat perlindungan bagi ikan-ikan ekonomis penting untuk memijah dan berkembang biak (Ruchimat dkk, 2012).

Alat pengelolaan sumber daya pesisir dan laut yang efektif adalah dengan mengembangkan Kawasan Konservasi Perairan (KKP), yaitu mengalokasikan sebagian wilayah pesisir dan laut sebagai tempat perlindungan bagi ikan-ikan ekonomis penting untuk memijah dan

berkembang dengan baik. Dengan mengalokasikan sebagian wilayah pesisir dan laut yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, ekosistem terumbu karang yang sehat, dan menyediakan tempat perlindungan bagi sumber daya ikan, pada akhirnya akan mendukung kegiatan perikanan. Secara alamiah, pengelolaan perikanan tidak dapat dilepaskan dari tiga dimensi yang tidak terpisahkan satu sama lain yaitu (1) dimensi sumber daya perikanan dan ekosistemnya; (2) dimensi pemanfaatan sumber daya perikanan untuk kepentingan sosial ekonomi masyarakat; dan (3) dimensi kebijakan perikanan itu sendiri (Charles, 2001 *dalam* Adrianto. L, 2013). Pengelolaan perikanan saat ini masih belum mempertimbangkan sepenuhnya keseimbangan ketiga dimensi tersebut. Kepentingan pemanfaatan untuk kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat dinilai lebih besar dibandingkan dua dimensi lainnya. Dengan kata lain, pendekatan yang dilakukan masih parsial, belum terintegrasi dalam kerangka dinamika ekosistem yang menjadi wadah dari sumber daya ikan sebagai target pengelolaan. Dalam konteks inilah, pendekatan terintegrasi melalui pendekatan ekosistem terhadap pengelolaan perikanan (*Ecosystem Approach to Fisheries Management - EAFM*) menjadi sangat penting.

Salah satu bentuk pengelolaan sumber daya perikanan berbasis ekosistem adalah melalui pendekatan pengelolaan KKP. Pendekatan KKP sebagai alat pengelolaan sumber daya perikanan dapat mengintegrasikan tujuan konservasi sumber daya hayati dengan tujuan perikanan secara berkelanjutan dan dapat tercapai melalui upaya-upaya pelestarian keanekaragaman sumber daya hayati laut, khususnya sumber daya ikan yang sampai saat ini stoknya terus mengalami penurunan (Pauly et al., 2002; Roberts et al., 2005). Keberadaan KKP dapat mempertahankan proses ekologi yang berlangsung dalam ekosistem perairan laut, sehingga KKP harus dianggap sebagai salah satu pendekatan dalam pengelolaan sumber daya perikanan. Pengelolaan sumber daya perikanan dengan pendekatan KKP dapat mencapai banyak hal yang tidak bisa diselesaikan dengan pendekatan

alat pengelolaan konvensional dan juga diharapkan dapat melengkapi alat pengelolaan konvensional yang telah ada (Roberts et al., 2005).

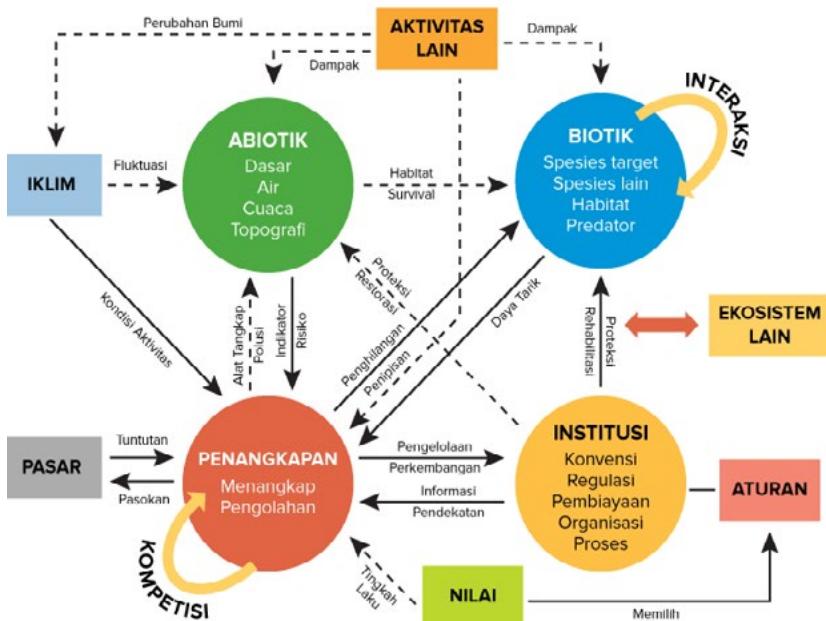
Berdasarkan uraian di atas, maka sangat penting untuk diketahui variabel penentu keberhasilan dan kegagalan KKP sebagai habitat dalam siklus hidup spesies ikan komersial yang akan diuraikan dalam makalah ini.

DASAR TEORI

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar yang dikaruniai dengan ekosistem perairan tropis memiliki karakteristik dinamika sumber daya perairan, termasuk di dalamnya sumber daya ikan yang tinggi. Tingginya dinamika sumber daya ikan ini tidak terlepas dari kompleksitas ekosistem tropis (*tropical ecosystem complexities*) yang telah menjadi salah satu ciri dari ekosistem tropis. Dalam konteks ini, pengelolaan perikanan yang tujuan utamanya adalah memberikan manfaat sosial ekonomi yang optimal bagi masyarakat tidak dapat dilepaskan dari dinamika ekosistem yang menjadi media hidup bagi sumber daya ikan itu sendiri.

Gracia dan Cochrane (2005) memberikan gambaran model sederhana dari kompleksitas sumber daya ikan sehingga membuat pendekatan terpadu berbasis ekosistem menjadi sangat penting. Gambar 1 menyajikan model sederhana dari interaksi antar komponen dalam ekosistem yang mendorong pentingnya penerapan pendekatan ekosistem dalam pengelolaan perikanan. Dapat dilihat bahwa interaksi antar komponen abiotik dan biotik dalam sebuah kesatuan fungsi dan proses ekosistem perairan menjadi salah satu komponen utama mengapa pendekatan ekosistem menjadi sangat penting. Interaksi bagaimana iklim mempengaruhi dinamika komponen abiotik, mempengaruhi komponen biotik dan sebagai akibatnya, sumber daya ikan akan turut terpengaruh, adalah contoh kompleksitas dari pengelolaan sumber daya ikan. Apabila interaksi antar komponen ini diabaikan, maka keberlanjutan perikanan dapat dipastikan menjadi terancam.

EAFM sesungguhnya bukan hal yang baru. EAFM merupakan pendekatan yang ditawarkan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan yang sudah ada (*conventional management*). Pada Gambar 2, proses yang terjadi pada *conventional management* digambarkan melalui garis tebal, sedangkan pengembangan dari pengelolaan konvensional tersebut melalui EAFM digambarkan melalui garis putus-putus. Sebagai contoh, pada pengelolaan konvensional kegiatan perikanan hanya dipandang secara parsial bagaimana ekstraksi dari sumber daya ikan yang didorong oleh permintaan pasar. Dalam konteks EAFM, maka ekstraksi ini tidak bersifat linier namun harus dipertimbangkan pula dinamika pengaruh dari tingkat *survival* habitat yang mendukung kehidupan sumber daya ikan itu sendiri.



Gambar 1. Interaksi dan Proses Antar Komponen dalam Pengelolaan Perikanan (Gracia dan Cochrane, 2005)



Gambar 2. Keterkaitan Ekosistem dan Kegiatan Perikanan (Sumber: <https://kkp.go.id/djpt/ditpsdi/page/5057-pengelolaan-perikanan-dengan-pendekatan-ekosistem>)

Pengelolaan perikanan harus komprehensif melibatkan koneksi antara ekosistem-hasil tangkapan-upaya penangkap dan permintaan konsumen (Gambar 2). Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa kegiatan perikanan interkoneksi dengan ekosistem dan pasar. Ini menjadi alasan bagi pentingnya pengelolaan berbasis ekosistem untuk menjaga keberlanjutan sistem perikanan.

Ekosistem merupakan salah satu faktor penting dalam keberlanjutan perikanan. Dengan demikian perlu ada upaya untuk meningkatkan kesehatan ekosistem (ditandai dengan tanda (+)) yang kemudian diikuti dengan pengaturan secara optimal (+-) terhadap permintaan (*demand*), hasil tangkapan (*catch*) dan pengurangan upaya penangkapan (-) untuk menghasilkan rasio produktivitas perikanan yang sehat secara ekologis dan ekonomis. Alternatif pengelolaan perikanan yang banyak diterapkan akhir-akhir ini umumnya adalah pengelolaan berbasis ekosistem melalui pembentukan jejaring kawasan konservasi perairan. Sebagai sarana pengelolaan perikanan, kawasan konservasi perairan memiliki dua fungsi:

- a. Limpahan ikan komersial dari wilayah perlindungan ke dalam wilayah penangkapan,
- b. Ekspor telur dan larva ikan dari wilayah perlindungan ke wilayah penangkapan yang dapat meningkatkan kuantitas penangkapan di wilayah penangkapan.

Selain itu sebagai sarana pengelolaan, kawasan konservasi perairan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Melindungi habitat yang sangat penting bagi perkembangan spesies ikan komersial,
- b. Memberikan tempat berlindung ikan yang tidak dapat diberikan oleh sarana pengelolaan lainnya sehingga dapat mencegah menurunnya persediaan ikan komersial secara drastis.

Menurut Gell dan Robert, 2002; PISCO, 2002 dalam Ruchimat T. dkk, 2012, kawasan konservasi perairan yang terlindungi dengan baik, secara ekologis akan mengakibatkan beberapa hal terkait dengan perikanan:

- a. Habitat yang lebih cocok dan tidak terganggu untuk pemijahan induk,
- b. Meningkatnya jumlah stok induk,
- c. Ukuran (*body size*) dari stok induk yang lebih besar,
- d. Larva dan rekrutmen hasil reproduksi lebih banyak.

Kepastian dan keberhasilan pemijahan pada KKP dibuktikan memberikan dampak langsung pada perbaikan stok sumber daya perikanan di luar wilayah KKP. Peran KKP adalah mengekspor telur dan larva ke luar wilayah kawasan konservasi atau ke daerah penangkapan ikan (*fishing ground*). Hasil penambahan stok atau rekrutmen bisa menjadi target penangkapan secara berkelanjutan. Hal ini dapat dinilai dari peningkatan hasil tangkapan nelayan di luar kawasan konservasi setelah beberapa

saat diimplementasikan kawasan konservasi secara konsisten. Seberapa jauh efektivitas KKP dapat memenuhi keempat fungsi (peran) tersebut di atas tergantung pada kondisi dan luasnya zona perlindungan (*no take area*) dibandingkan dengan zona pemanfaatan (penangkapan). Ukuran *no take area* yang direkomendasikan untuk kategori Taman adalah minimal 10% dari luas ekosistem dan/atau habitat biota target konservasi (Permen KP No. 31/2020).

PENELITIAN EMPIRIS TENTANG VARIABEL PENENTU

Hingga saat ini belum ada acuan baku tentang ukuran KKP ideal yang dapat memenuhi tujuan, manfaat, dan optimalisasi upaya pemanfaatan sumber daya ikan. Namun demikian banyak kajian yang menyatakan bahwa sejalan dengan peningkatan luas KKP akan meningkatkan *spillover* dan produksi larva ikan (Fernandes et al., 2012; Gaines & Airame, 2010; Green et al., 2013; McLeod et al., 2009; PISCO, 2011). KKP yang berukuran kecil tidak dapat melindungi banyak spesies yang memiliki wilayah jelajah (*home range*) yang luas seperti hiu, jenis-jenis Carangidae, Actinopterygii (makerel), Lutjanidae (kakap), dan Lethrinidae. Sedangkan ada jenis-jenis ikan yang mempunyai wilayah jelajah yang kecil seperti kebanyakan jenis ikan kakaktua, beberapa jenis dari famili Serranidae dan Acanthuridae. Di lain pihak, KKP yang terlalu besar akan menurunkan produksi perikanan karena menyempitnya daerah penangkapan (PISCO, 2011). KKP yang terlalu luas juga tidak efektif karena berbenturan dengan kepentingan ekonomi, sosial, dan politik, seperti yang terjadi di banyak tempat (Green et al., 2008; IUCN-WCPA, 2008). Habitat (misalnya mangrove, terumbu karang, dan lamun) yang saling terhubung melalui pergerakan spesies yang teratur juga harus dilindungi. Untuk memastikan pencapaian tujuan perikanan, konservasi keanekaragaman hayati dan ketahanan ekosistem dalam menghadapi

perubahan iklim, cagar alam laut harus mencakup setidaknya 20-40% dari setiap habitat (Robert dan Hawkins, 2000).

Terlepas dari luasannya, Agardy et al. (2011) menegaskan bahwa rancangan KKP seharusnya mengacu kepada tujuan dari pembentukan KKP. Sebagai contoh, *Marine Life Protection Act* menyebutkan bahwa luasan KKP setidaknya berkisar antara 3.000 hingga 6.000 ha tetapi sangat disarankan berkisar antara 6.000 hingga 12.000 ha; sementara jarak antar KKP berkisar antara 50 hingga 100 km (Gleason et al., 2013). Persyaratan ini dimaksudkan untuk meningkatkan keterkaitan ekologi tetapi tetap memberi ruang distribusi bagi larva dan habitat penting yang terdapat di dalam KKP dan sekitarnya. Lebih lanjut McLeod et al. (2009) menyatakan bahwa tidak ada panduan khusus mengenai seberapa besar ukuran KKP seharusnya, tetapi artikel tersebut menekankan prinsip “makin besar makin baik”. Untuk dapat memaksimalkan cakupan KKP terhadap jenis habitat yang ada, KKP paling minim memiliki diameter sekitar 10-20 km, dengan jarak antar KKP berkisar 15 - 20 km untuk mengoptimalkan keterkaitan fungsi kawasan. Dalam konteks Indonesia diperlukan penyesuaian terhadap luasan dan jarak antar KKP, mengingat KKP yang dikembangkan di Indonesia diperuntukkan untuk beragam pemanfaatan (*multiple use*) untuk mengakomodasi kepentingan masyarakat yang sangat bergantung kepada sumber daya perikanan dan kelautan.

Terdapat bukti yang kuat dan meyakinkan bahwa melindungi suatu daerah laut dari penangkapan ikan membuat bertambahnya jumlah, besar ukuran, dan biomassa dari jenis organisme yang dieksplorasi. Wilayah cagar dan perlindungan laut sering dikatakan hanya berlaku untuk lingkungan terumbu karang. Kenyataannya, metode ini sudah berhasil diterapkan pada berbagai habitat di dalam lingkungan dari kondisi tropis maupun sub-tropis. Cagar dan perlindungan laut adalah suatu alat yang bersifat global (Roberts dan Hawkins, 2000). Bukti-bukti

yang mereka maksud merupakan hasil penelitian beberapa ahli yang telah dilakukan pada berbagai perairan dunia, di mana selengkapnya seperti dapat dilihat pada Tabel 3. Selanjutnya sebuah konsensus yang telah ditandatangani oleh 150 ahli kelautan dinyatakan bahwa sekarang ini terdapat bukti-bukti ilmiah yang sangat kuat bahwa KKP dapat melestarikan keanekaragaman hayati dan perikanan, serta mampu menambah kembali sumber daya laut (American Association for the Advancement of Science, 2001). Untuk itu diperlukan daerah perlindungan laut yang memenuhi persyaratan agar dapat berfungsi sebagai tempat perlindungan sumber daya ikan dan dapat menghasilkan benih secara alami ke daerah sekitarnya. Manfaat KKP adalah sebagai alat konservasi yang efektif di mana KKP pada skala kecil berpotensi dan dapat memberikan kontribusi bagi meningkatnya luasan konservasi ekosistem terumbu karang dunia dan KKP belum lama dibentuk hasilnya sudah dirasakan telah dapat memberikan peranan yang signifikan terhadap peningkatan produksi dan pelestarian sumber daya perikanan di perairan Talise dan Tumbak-Minahasa Sulawesi Utara (Tulungen, 2003).

Biomassa di dalam cagar laut dapat mencapai tiga kali lebih besar dibandingkan biomassa ikan yang berada di luar daerah cagar laut yang berfungsi sebagai kontrol. Di samping itu kelimpahan dan ukuran rata-rata jenis ikan target dalam *no take zone* (zona inti) atau cagar laut meningkat. Ratusan studi ilmiah yang telah meneliti secara rinci tanggapan ekosistem yang terjadi dalam KKP, di mana dengan adanya KKP akan memberikan dampak positif terhadap spesies yang menguntungkan, spesies yang tidak menguntungkan, dan efek *cascading* (turunan) melalui jaring makanan (Gaines et al., 2010).

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Balai Penelitian dan Pemulihian Konservasi Sumber Daya Ikan, Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan dan Balai Penelitian dan

Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan

NO	LOKASI (TAHUN)	HASIL PENELITIAN
1	Kawasan Konservasi Sumber Daya Ikan Teluk Cempedak (2012).	Parameter fisika, kimia, biologi perairan dan ekosistem mangrove sesuai untuk kehidupan sumber daya udang
2	Kawasan Konservasi Perairan Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah (2012)	Karang hidup (<i>hard coral</i>) di lima lokasi memiliki persentase yang lebih tinggi dibanding bentuk substrat lain. Terdapat 8 jenis mangrove yang tergolong ke dalam 5 famili. Komposisi ikan adalah Siganus (90%) dan Atherinomorus (20%)

Tabel 2. Dampak Positif KKP Terhadap Perbaikan Kondisi Sumber Daya Ikan Pada Beberapa Perairan Dunia (Sumber: diadopsi dari Roberts dan Hawkins, 2000)

NAMA KKP, LOKASI DAN LAMA PEMBENTUKAN (TAHUN)	TIPE HABITAT	DAMPAK YANG DILAPORKAN
Perlindungan Laut Leigh, New Zealand (21)	Iklim Subtropis Hangat, Karang Berbatu	Ikan predator yang sangat umum terdapat di perairan ini yaitu <i>Pagrus auratus</i> jumlahnya 6 kali lebih banyak ditemukan di daerah perlindungan dibandingkan dengan di luar kawasan, <i>Spiny Lobster (Jassus edwardsii)</i> jumlahnya 1,5 kali lebih berlimpah dan karapasnya berukuran lebih panjang. Dalam waktu 18 tahun, densitas bintang laut di dalam kawasan menurun dari 4,9 m ² menjadi 1,4 m ² , sementara penutupan bintang laut meningkat di luar kawasan dari 14% menjadi 40% (Babcock, 1999)

NAMA KKP, LOKASI DAN LAMA PEMBENTUKAN (TAHUN)	TIPE HABITAT	DAMPAK YANG DILAPORKAN
Taman Laut Tacharanus, New Zealand (14)	Iklim Subtropis, karang berbatu	Ikan predator utama yang banyak ditemukan di perairan yaitu <i>Pagrus auratus</i> jumlahnya 9 kali lebih banyak di dalam kawasan perlindungan dibandingkan dengan di luar kawasan. <i>Spiny Lobster (Jassus edwardsii)</i> densitasnya lebih berlimpah sebanyak 3,7 kali dengan ukuran karapas 18 mm lebih panjang (Babcock, 1999)
Kepulauan Mayotte, Samudera Hindia (3)	Terumbu karang	Jumlah total penampakan spesies tidak berbeda antara di dalam kawasan perlindungan dengan di luar kawasan, meskipun demikian jenis karnivora besar yang umum ditemukan lebih beragam dan lebih berlimpah di dalam kawasan perlindungan. Nilai tengah (<i>mean</i>) biomassa dari spesies komersial di dalam kawasan sebesar 202 g/m ² sementara di luar kawasan sebesar 79 g/m ² (Babcock, 1999)
Looe Key, Florida-USA (2)	Terumbu karang	Setelah adanya pelarangan pola perikanan tangkap dengan tombak, 15 jenis ikan target densitasnya meningkat; kakap densitasnya meningkat sebanyak 93% dan grunts 439% (Clark et al., 1989)
Kepulauan Cousin, Seychelles (>15)	Terumbu karang	Kerapu, injil, dan kakap lebih berlimpah dan beragam di dalam kawasan perlindungan dibandingkan dengan di daerah penangkapan (Jennings, 1998)
Sainte Ann, Seychelles (11)	Terumbu karang	Meskipun pada kenyataannya ada beberapa keluarga yang masih memegang hak penangkapan dan perburuan masih banyak dimiliki, keragaman target spesies dan total biomassa ikan lebih tinggi di dalam kawasan perlindungan dibandingkan di daerah yang banyak dilakukan kegiatan penangkapan. Biomassa pemangsa tidak meningkat sejalan dengan hilangnya predator karena penangkapan (Jennings et al., 1995; Jennings et al., 1998).

NAMA KKP, LOKASI DAN LAMA PEMBENTUKAN (TAHUN)	TIPE HABITAT	DAMPAK YANG DILAPORKAN
Perlindungan Hewan Liar Kepulauan Merrit, Florida-USA (28)	Rawa sub-tropis	<p>Penangkapan eksperimen per unit upaya (jumlah yang ditangkap untuk setiap unit upaya tangkap) sebesar 2,6 kali lebih besar di dalam kawasan perlindungan untuk semua kombinasi permainan penangkapan, 2,4 kali untuk ikan trout laut bertotol (<i>Cynoscion nebulosus</i>), 6,3 kali untuk ikan Red Drum (<i>Sciaenops ocellatus</i>), 12,8 kali untuk Black Drum (<i>Pogonias cromis</i>), 5,3 kali ikan Snoops (<i>Centropomus undecimalis</i>), dan 2,6 kali untuk Ikan Stripe Mullet (<i>Mugil cephalus</i>). Ikan di kawasan perlindungan berukuran lebih besar, kelimpahannya lebih besar dan pemancing lebih memilih untuk penangkapan di daerah perbatasan kawasan perlindungan (Johnson et al., 1999).</p>
Taman Nasional Laut Kisite, Kenya (5)	Terumbu karang	<p>Kakap, injil, dan kerapu lebih berlimpah di dalam Taman Nasional dan tampaknya sampai tercecer ke daerah penangkapan. Perlindungan tidak berdampak pada keragaman spesies (Watson et al. 1996)</p>
Punta El Lacho, Chilli (2)	Sub-tropis, berbatu, pantai pasang surut	<p>Jenis siput komersial penting, Loco (<i>Concholepas concholepas</i>), densitasnya meningkat dari 5 kali menjadi 14 kali dan ukurannya menjadi 2 kali lipat, ukuran badan sejalan dengan program perlindungan (Castilla dan Duran, 1985).</p>
Perlindungan Laut Barbados (11)	Terumbu karang	<p>Ikan berukuran besar dan mudah perangkap, jumlah dua kali lipat lebih berlimpah di daerah perlindungan dan 18 dari 22 spesies ukurannya menjadi lebih besar (Rakitin & Kramer, 1996, Chapman & Kramer, 1999).</p>
Taman Laut dan Tanah Cays Exima, Bahama (36)	Padang lamun tropis	<p>Densitas rata-rata siput ratu dewasa (<i>Strombus gigas</i>) 15 kali lebih tinggi di dalam kawasan dan larva tingkat akhir densitas 4-17 kali lebih tinggi (Stoner & Ray, 1996)</p>

NAMA KKP, LOKASI DAN LAMA PEMBENTUKAN (TAHUN)	TIPE HABITAT	DAMPAK YANG DILAPORKAN
Taman Laut dan Tanah Cays Exima, Bahama (10)	Terumbu karang	Hasil reproduksi kerapu Nassau (<i>Epinephelus striatus</i>) lebih banyak 6 kali di dalam kawasan (Sluka et al. 1997)
Distrik Konservasi kehidupan laut Hawaii	Terumbu karang	Ikan-ikan jumlahnya lebih berlimpah sebanyak 63% di area perlindungan dari kegiatan perikanan (Grigg, 1994)
Daerah perlindungan laut De Hoop, Afrika Selatan (2)	Sub-tropis hangat, karang	Penangkapan eksperimen per unit upaya meningkat sampai dengan 5 kali lipat untuk 6 dari 10 spesies komersial penting (Bennett & Attwood, 1991)
Taman Laut Saba, Saba, Belanda (4)	Terumbu karang	Di daerah larang ambil, biomassa spesies target lebih dari 2 kali biomassa di daerah penangkapan (Polunin & Roberts, 1993)
Perlindungan Laut Hotel Chan (4)	Terumbu karang	Biomassa spesies target di daerah perlindungan ukurannya pada tingkat rata-rata hampir dua kali lipat daripada di daerah penangkapan dan daerah perlindungan memiliki spesies yang 3 kali lebih mudah ditangkap (Roberts & polunin, 1993a, 1993b)
Daerah Perlindungan Anse Chastanet (2)	Terumbu Karang	Biomassa total untuk spesies komersial penting lebih dari dua kali lipatnya dari daerah penangkapan ikan dan daerah perlindungan memiliki jenis-jenis spesies yang ditangkap tiga kali lebih mudah dibandingkan di daerah mana pun (Robert & Hawkins, 1997)
Mohammed, Mesir (15)	Terumbu karang	Nilai tengah biomassa ikan lebih besar 1,2 kali pada terumbu yang dilindungi, sementara perbedaan di antara 7 spesies target sangat besar. Individu Kerapu Ekor Sabit (<i>Variola</i> <i>louti</i>) berukuran tiga kali lebih besar di dalam kawasan (Roberts & Polunin, 1993a; 1993b)

NAMA KKP, LOKASI DAN LAMA PEMBENTUKAN (TAHUN)	TIPE HABITAT	DAMPAK YANG DILAPORKAN
Taman Nasional laut Kisite dan Daerah Perlindungan Laut Nasional Mpunguti, Kenya Kisite (20), dan Mpunguti (terbuka untuk penangkapan tradisional)		Kelimpahan spesies komersial (kerapu, kakap, dan injil) mencapai 10 kali bahkan lebih di dalam kawasan perlindungan penuh Taman nasional Laut Kisite dibandingkan dengan daerah perlindungan laut Mpunguti. Lebih jauh, spesies kunci seperti <i>triggerfish</i> (salah satu pemangsa bintang laut) kelimpahannya juga lebih besar di Taman Kisite, sementara itu mangsanya yaitu bintang laut lebih berlimpah di daerah perlindungan perikanan Mpunguti (Watson & Ormond, 1994)
Tiga taman nasional laut Kenya: Malindi, Watamu, Kisite Malindi (24)	Terumbu karang	Daerah perlindungan membantu keragaman spesies regional dengan cara melindungi spesies yang tidak dapat hidup di daerah perikanan tangkap. Dari 110 spesies yang tercatat di daerah perlindungan, 52 di antaranya tidak ditemukan di daerah penangkapan (McClanahan, 1994).
Taman Nasional Laut Laguna Selatan, New Caledonia (5)	Terumbu karang	Di dalam kawasan perlindungan terdapat peningkatan populasi ikan sebanyak 67%, peningkatan densitas sebanyak 160%, dan biomassa sebesar 246% tapi ukuran rata-rata ikan dari hampir semua spesies tidak menunjukkan peningkatan (Wantiez et al. 1997)
Daerah Perlindungan Laut Banyuls Cerbere, Perancis (6)	Perairan subtropis hangat, karang berbatu	18 target spesies berukuran lebih besar di dalam kawasan perlindungan (Bell, 1983)
Gua Shady, Kepulauan San Juan, Washington, USA (7)	Sub-tropis, karang berbatu	<i>Lingcod (Ophiodon elongatus)</i> hampir tiga kali lebih berlimpah di daerah perlindungan (Palsson & Pacunski, 1985)
Taman Bawah Laut Edmond, Washington, USA (27)	Sub-tropis karang berbatu	Jumlah telur ikan rock dan larva yang asli hidup di dalam kawasan jumlahnya lebih besar 55 kali dari yang di luar kawasan. Untuk <i>lingcod (Ophiodon elongates)</i> jumlahnya lebih banyak sebesar 20 kali (Pallson & Pacunski, 1995)

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Berdasarkan dari dasar teori yang dikemukakan di atas dan juga dibuktikan dengan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan variabel dan indikator penentu keberhasilan kawasan konservasi sebagai habitat siklus hidup sumber daya ikan (Tabel 3).

Tabel 3. Variabel dan Indikator Penentu Keberhasilan Kawasan Konservasi Sebagai Habitat Siklus Hidup Sumber Daya Ikan

VARIABEL	INDIKATOR	KEMUNGKINAN HUBUNGAN
Kawasan Konservasi	Luas kawasan konservasi	Positif
	Luas terumbu karang	Positif
	Luas padang lamun	Positif
	Luas mangrove	Positif
	Luas zona inti (<i>no-take-zone</i>)	Positif
	Presentasi luas zona inti	Positif
	Luas zona penyangga	Positif, Negatif
	Luas zona pemanfaatan	Positif, Negatif
	Usia kawasan konservasi	Positif
Aktivitas Manusia di Kawasan Konservasi	Penangkapan ikan secara tradisional	Negatif, positif
	Penambangan dan pengambilan karang	Negatif
	Pariwisata massal	Negatif
	Pariwisata khusus, pariwisata mikro	Negatif, Positif
	Jalur perhubungan laut	Negatif
	Riset, survei, penelitian	Positif, Negatif
Penangkapan ikan secara komersial di luar kawasan konservasi	Penangkapan ikan komersial dan secara intensif dan berlebihan (<i>overfishing</i>)	Negatif
	Perkembangan teknologi penangkapan ikan	Negatif, Positif

KESIMPULAN

Berbagai penelitian empiris membuktikan bahwa kawasan konservasi perairan sangat penting perannya sebagai habitat dalam siklus hidup spesies ikan komersial. Peran yang penting ini tergantung pada beberapa hal berikut ini:

- Luas area kawasan konservasi,
- Habitat yang ada di kawasan konservasi,
- Daerah jelajah (*home range*) dari jenis-jenis,
- Aktivitas manusia terutama untuk aktivitas penangkapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto,L; Abdullah Habibi;A.Fahrudin;Audillah Azizy;Handoko A. Susanto; Imam M; M.Mukhlis Kamal;Sugeng.H.W;Yusli Wardianto; Priyanto Raharjo; Zahri Nasution; Aris Budiarto. (2013. Modul Penilaian Indikator untuk Pengelolaan Perikanan dengan Pendekatan Ekosistem (*Ecosystem Approach to Fisheries Management*). National Working Group II EAFM, Direktorat Sumberdaya Ikan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Agardy, T., 2000. Effects Of Fisheries On Marine Ecosystem: A Conservationist's Perspective. ICES Journal of Marine Science.
- Fernandes, L., Green, A., Tanzer, J., White, A., Alino, P.M., Jompa, J., Lokani, P., Soemodinoto, A., Knight, M., Pomeroy, B., Possingham, H. & Pressey, B. (2012). Biophysical principles for designing resilient networks of marine protected areas to integrate fisheries, biodiversity and climate change objectives in the Coral Triangle. Report prepared by The Nature Conservancy for the Coral Triangle Support Partnership, 152 pp
- Gaines, S D., C. White, M. H. Carr, and S. R. Palumbid. 2010. Designing Marine Reserve Networks For Both Conservation and Fisheries Management. PNAS. 107 (43) : 18286–18293
- Gaines, S D. & Airame, S. (2010). Why are ecological networks of Marine Protected Areas important? Current, *the Journal of Marine Ed* *Journal of Marine Sciebucation*, 26(2): 20-23.
- Gleason, M., Fox, E., Ashcraft, S., Vasques, J., Whitemane, E., Serpa, P., Saarman, E., Caldwell, M., Frimodig, A., Miller-Henson, M., Kirlin, J., Ota, B., Pope, E., Weber, M. & Wiseman, K. (2013). Designing a network of marine protected areas in California: Achievements, costs, lessons learned, and challenges ahead. Ocean & Coastal Management, 74: 90-101.

Garcia S.M and Kevern L. Cochrane. (2005). Ecosystem Approach to Fisheries: a Review of implementation guideline. *ICES Journal of Marine Sciense*, 62:311-318

Green, A., White, A. & Kilarski, S. (Eds.) (2013). Designing marine protected area networks to achieve fisheries, biodiversity, and climate change objectives in 57 tropical ecosystems: a practitioner guide. The Nature Conservancy and the USAID Coral Triangle Support Partnership, Cebu City, Philippines. viii + 35 pp

Green, J.S., Meneses, A.B.T., White, A.T. & Christie, P. (2008). Marine Protected Area Networks in the Coral Triangle: Development and Lessons. TNC, WWF, CI, WCS, and USAID. Cebu City, Philippines, 106 pp.

-----[IG-TH-2012.pdf \(kkp.go.id\)](#) diakses tanggal 17 Mei 2022

IUCN World Commission on Protected Areas (IUCN-WCPA). (2008). Establishing Marine Protected Area Networks—Making it Happen. Washington, DC: IUCN-WCPA, National Oceanic and Atmospheric Administration and The Nature Conservancy, 118 pp.

McLeod, E., Salm, R., Green, A. & Almany, J. (2009). Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environments*: 7, doi:10.1890/070211

Pauly, D., V.Christensen., S.G. Nette, T. Pitcher, U.R Sumaila, C. Walters. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689–695

Roberts, C.M. and J.P. Hawkins. 2000. Fully-Protected Marine Reserves: A Guide. WWF Endangered Seas Campaign, 1250 24th Street, NW, Washington, DC 20037, USA and Environment Department, University of York, York, YO10 5DD, UK.

Roberts, C. M., P J.. Hawkins and F. R. Gell. 2005. The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360, 123-132

Tulungen, J.J., 2003. Pengelolaan Daerah Perlindungan Laut dan Sumberdaya Pesisir Berbasis Masyarakat Sebagai Salah Satu Model Pengelolaan Perikanan Contoh Kasus DI Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Makalah Disampaikan Disemiasi dan lokakarya praktik-praktek terbaik kegiatan pembangunan perikanan se Sulawesi, Makassar 17 – 19 Pebruari 2003.



PRINSIP-PRINSIP DASAR PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR DAN KAWASAN KONSERVASI SECARA BERKELANJUTAN

Debby A. J. Selanno, Alex S.W. Retraubun, Novianty C. Tuhumury,
Mahriana Hulopi

PENDAHULUAN

a. Pengelolaan atau Manajemen

- Manajemen adalah koordinasi dan administrasi tugas-tugas untuk mencapai suatu tujuan,
- George R. Terry (1977): Manajemen adalah suatu proses yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, penggerakan dan pengendalian, yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan dengan menggunakan orang dan sumber daya,
- Peter F. Drucker (1955): Manajemen adalah proses yang berbeda dari perencanaan, pengorganisasian, penggerakan dan pengendalian, yang dilakukan untuk menentukan dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan menggunakan manusia dan sumber daya lainnya. Manajemen adalah organ masyarakat yang secara khusus bertugas membuat sumber daya menjadi produktif, yaitu dengan tanggung jawab untuk kemajuan ekonomi yang terorganisir. Oleh karena itu manajemen mencerminkan semangat dasar zaman modern,

- Livene et al. (2015): pengelolaan sumber daya laut adalah proses yang didorong oleh politik dan budaya, dibentuk oleh mata pencaharian dan persepsi manusia, di mana gagasan tentang ruang dan tempat membentuk kebijakan dan pengambilan keputusan dengan cara yang mendasar.

b. Wilayah Pesisir

- Wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut,
- Perairan pesisir adalah laut yang berbatasan dengan daratan meliputi sejauh 12 mil laut diukur dari garis pantai, perairan yang menghubungkan pantai dan pulau-pulau, estuari, teluk, perairan dangkal, rawa payau, dan laguna (Permen KP No. 31/2020).

c. Konservasi

- Konservasi alam adalah filsafat moral dan gerakan yang berfokus pada perlindungan spesies dari kepunahan, pemeliharaan dan pemulihan habitat, peningkatan jasa ekosistem, dan perlindungan keanekaragaman hayati,
- Konservasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil serta ekosistemnya untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragamannya (UU No.1/2014),
- Kawasan Konservasi adalah kawasan yang mempunyai ciri khas tertentu sebagai satu kesatuan ekosistem yang dilindungi, dilestarikan, dan dimanfaatkan secara berkelanjutan (Permen KP No. 31/2020),
- Zonasi Kawasan Konservasi adalah batas-batas fungsional di Kawasan Konservasi yang ditetapkan sesuai dengan potensi sumber

daya hayati, non hayati, dan sosial budaya beserta daya dukung lingkungan (Permen KP No.31/2020),

- Kawasan Konservasi Perairan (KKP), misalnya, adalah suatu alat pengelolaan tata ruang yang sangat sentral yang telah mendapat perhatian internasional yang meningkat selama beberapa dekade terakhir, di mana Konvensi Keanekaragaman Hayati menetapkan target 10% dari wilayah laut pada tahun 2020 menjadi kawasan konservasi (<https://www.cbd.int/sp/targets/>). Pada tahun 2022, Konvensi Keanekaragaman Hayati meningkatkan target konservasi menjadi 30% dari wilayah laut sebelum tahun 2030. Untuk mencapai target ini, KKP telah dipromosikan untuk melestarikan keanekaragaman hayati dan untuk menjaga panen ikan yang berkelanjutan (Lubchenco et al., 2003; Toropova et al., 2010). Namun KKP tidak selalu berhasil jika diterapkan tanpa partisipasi pemangku kepentingan yang tepat (Mascia&Pailler, 2010; McCay&Jones, 2011). Penelitian semakin menunjukkan bahwa faktor sosial adalah penentu utama keberhasilan KKP (Rossiter & Levine, 2014).

d. Pengelolaan secara berkelanjutan

- Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah suatu pengoordinasian perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil yang dilakukan oleh pemerintah dan pemerintah daerah, antar sektor, antara ekosistem darat dan laut, serta antara ilmu pengetahuan dan manajemen untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat (UU No.1/2014),
- Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu adalah suatu pendekatan pengelolaan wilayah pesisir yang melibatkan dua atau lebih ekosistem, sumber daya, dan kegiatan pemanfaatan (pembangunan) secara terpadu (*integrated*) guna mencapai pembangunan wilayah pesisir secara berkelanjutan. Dalam konteks ini, keterpaduan (*integration*) mengandung tiga dimensi; sektoral,

bidang ilmu, dan keterkaitan ekologis (Dahuri et al., 2008),

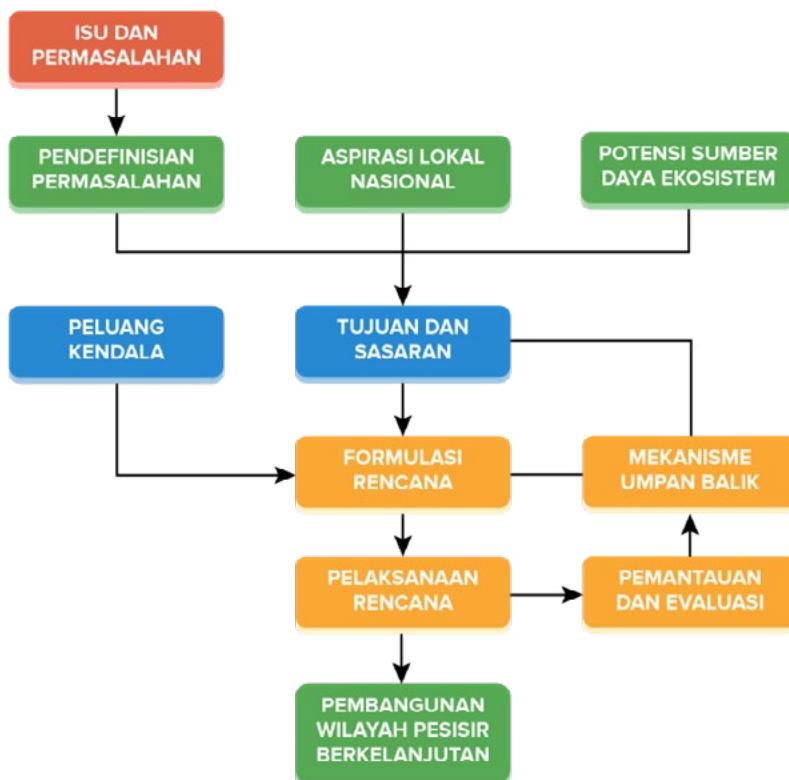
- Pengelolaan kelautan adalah penyelenggaraan kegiatan, penyediaan, pengusahaan, dan pemanfaatan sumber daya kelautan serta konservasi laut (UU No. 32/2014),
- Berdasarkan Long et al., (2015), pengelolaan berbasis ekosistem adalah pendekatan terpadu untuk pengelolaan yang mempertimbangkan seluruh ekosistem, termasuk manusia. Tujuannya adalah untuk menjaga ekosistem dalam kondisi yang sehat, produktif, dan tangguh sehingga dapat memberikan layanan yang diinginkan dan dibutuhkan manusia. Pengelolaan berbasis ekosistem berbeda dari pendekatan saat ini yang biasanya berfokus pada satu spesies, sektor atau kegiatan atau isu; ini mempertimbangkan dampak kumulatif dari berbagai sektor.

DASAR TEORI

Teori tentang manajemen atau pengelolaan adalah teori yang digambarkan sebagai suatu organisasi yang melibatkan manusia dan sumber daya sebagai objek suatu kebijakan dengan tujuan yang jelas. Tujuan suatu pengelolaan adalah untuk setiap komponen dalam sistem yang terbangun atau terbentuk tersebut mendapatkan keuntungan. Pencapaian tujuan untuk keberlanjutan usaha diperlukan suatu kesepakatan bersama yang diatur dengan aturan yang jelas pada organisasi tersebut.

Secara teori, pengelolaan adalah proses perencanaan, identifikasi isu dan pendefinisian masalah, pelaksanaan, *monitoring* dan evaluasi. Tahap perencanaan melibatkan masyarakat (UU No.1/2014) dan berbagai *stakeholder* yang membahas tentang kondisi potensi sumber daya ekosistem, dan apa saja kebijakan daerah dan nasional terkait dengan keberlanjutan sumber daya. Tujuan dan sasaran diformulasi untuk menjawab permasalahan yang telah didefinisikan secara benar dan tepat (Gambar 1).

Setelah formulasi rencana, tahap berikutnya adalah pelaksanaan rencana. Tahap pelaksanaan ini merupakan penerapan semua program dan kegiatan yang telah ditetapkan dalam perencanaan (Gambar 1). Tahap penting di dalam pengelolaan adalah langkah *monitoring* atau pemantauan serta evaluasi. Proses ini akan menghasilkan ketepatan program dan kegiatan yang dapat menjawab masalah masyarakat. Jika tidak sesuai, proses ini akan kembali di evaluasi rencana yang ditetapkan. Jika seluruh proses pengelolaan, dalam hal ini proses perencanaan yang dilakukan sudah mengakomodasi berbagai program dan kegiatan yang hasilnya melindungi fungsi dan manfaat sumber daya dan lingkungan, maka berarti pembangunan wilayah pesisir berkelanjutan telah dilaksanakan (Gambar 1).



Gambar 1. Tahap dan Proses Pengelolaan (Dahuri et al., 2008)

Sehubungan dengan karakteristik dan dinamika ekosistem pesisir dan lautan, terdapat 15 prinsip dasar yang patut diperhatikan dalam pengelolaan wilayah pesisir terpadu (Clark,1992 *dalam* Dahuri et al., 2008):

- **Prinsip 1** : Wilayah pesisir adalah suatu sistem sumber daya (*resources system*) yang unik, yang memerlukan pendekatan khusus dalam merencanakan dan mengelola pembangunannya.
- **Prinsip 2** : Air merupakan faktor kekuatan penyatu utama (*the major integrating force*) dalam ekosistem wilayah pesisir.
- **Prinsip 3** : Tata ruang darat dan lautan harus direncanakan serta dikelola secara terpadu.
- **Prinsip 4** : Daerah perbatasan antara laut dan darat hendaknya dijadikan fokus utama (*focal point*) dalam setiap program pengelolaan wilayah pesisir.
- **Prinsip 5** : Batas suatu wilayah pesisir harus ditetapkan berdasarkan pada isu dan permasalahan yang hendak dikelola serta bersifat adaptif.
- **Prinsip 6** : Fokus utama dari pengelolaan wilayah pesisir adalah untuk mengonversi sumber daya milik bersama (*common property resources*).
- **Prinsip 7** : Pencegahan kerusakan akibat bencana alam dan konservasi sumber daya alam harus dikombinasikan dalam satu program Pengelolaan Wilayah Pesisir Laut Terpadu (PWPLT).
- **Prinsip 8** : Semua tingkat pemerintahan dalam suatu negara harus diikutsertakan dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir.
- **Prinsip 9** : Pendekatan pengelolaan yang disesuaikan dengan sifat dan dinamika alam adalah tepat dalam pembangunan wilayah pesisir.

- **Prinsip 10** : Evaluasi manfaat ekonomi dan sosial dari ekosistem pesisir serta partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan wilayah pesisir.
- **Prinsip 11** : Konservasi untuk pemanfaatan yang berkelanjutan adalah tujuan utama dari pengelolaan sumber daya wilayah pesisir.
- **Prinsip 12** : Pengelolaan multiguna (*multiple uses*) sangat tepat digunakan untuk semua sistem sumber daya wilayah pesisir.
- **Prinsip 13** : Pemanfaatan multiguna (*multiple uses*) merupakan kunci keberhasilan dalam pembangunan wilayah pesisir secara berkelanjutan.
- **Prinsip 14** : Pengelolaan sumber daya pesisir secara tradisional harus dipakai.
- **Prinsip 15** : Analisis dampak lingkungan sangat penting bagi pengelolaan wilayah pesisir secara efektif.

PENGELOLAAN KAWASAN KONSERVASI

Berdasarkan Permen KP No. 31/2020, Kawasan Konservasi dibagi menjadi 3 (tiga) kategori, yakni Taman, Suaka, dan Kawasan Konservasi Maritim. Penetapan kawasan konservasi perairan dengan kategori taman dilakukan tujuan untuk perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan keanekaragaman hayati dan/atau sumber daya ikan. Fungsinya untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas keanekaragaman hayati. Penetapan Kategori Taman dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- Memiliki luas perairan yang mendukung keberlangsungan proses ekologis secara alami dan dapat dikelola secara berkelanjutan;
- Berpotensi sebagai warisan dunia alami;
- Memiliki keanekaragaman hayati perairan, keunikan fenomena alam dan/atau kearifan lokal yang alami, dan berdaya tarik tinggi, serta berpeluang besar untuk menunjang pengembangan pariwisata

alam perairan yang berkelanjutan;

- Mempunyai luas wilayah pesisir dan/atau pulau kecil yang cukup untuk menjamin kelestarian potensi sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil;
- Kondisi lingkungan di sekitarnya mendukung upaya pengembangan pariwisata alam perairan, perikanan berkelanjutan, penangkapan ikan tradisional, dan pembudidayaan ikan yang ramah lingkungan; dan/atau
- Mempunyai keterwakilan ekosistem di wilayah pesisir yang masih asli dan/atau alami.

Penetapan kawasan konservasi dengan Kategori Suaka dilakukan tujuan untuk perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan keanekaragaman hayati dan/atau sumber daya ikan. Fungsinya untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas sumber daya ikan. Penetapan Kategori Suaka dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- Memiliki satu jenis ikan yang khas, unik, langka, endemik, dan/atau yang terancam punah di habitatnya yang memerlukan upaya perlindungan dan pelestarian agar dapat terjamin keberlangsungan perkembangannya secara alami;
- Memiliki luas habitat dari spesies target yang mendukung keberlangsungan siklus hidup spesies target;
- Tempat hidup dan berkembang biak satu jenis ikan tertentu yang perlu dilindungi dan dilestarikan;
- Memiliki satu tipe ekosistem sebagai habitat jenis ikan tertentu yang relatif masih alami; dan
- Kondisi lingkungan di sekitarnya mendukung upaya pengembangan perikanan berkelanjutan.

Penetapan kawasan konservasi dengan Kategori Kawasan Konservasi Maritim dilakukan tujuan untuk perlindungan, pelestarian,

dan pemanfaatan Situs Budaya Tradisional. Fungsinya untuk mempertahankan dan meningkatkan nilai warisan budaya maritim dan nilai-nilai tradisional atau kearifan lokal. Penetapan Kategori Kawasan Konservasi Maritim dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- Wilayah kelola Masyarakat Hukum Adat yang telah diserahkan pengelolaannya;
- Wilayah pesisir dan/atau pulau-pulau kecil yang diatur dengan adat tertentu, kearifan lokal, dan/atau hak tradisional;
- Tempat tenggelamnya kapal yang mempunyai nilai arkeologi;
- Situs sejarah kemaritiman; dan/atau
- Tempat ritual keagamaan atau adat.

Berdasarkan status kewenangan pengelolaannya, kawasan konservasi dapat dibagi menjadi dua, yakni:

1. Kawasan Konservasi Nasional, kewenangan berada di Menteri Kelautan dan Perikanan dengan kriteria:
 - Berada di wilayah perairan di luar 12 mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau ke arah perairan kepulauan;
 - Berada di wilayah perairan pesisir lintas provinsi;
 - Berada di wilayah perairan yang merupakan kawasan strategis nasional;
 - Berada di wilayah perairan yang merupakan kawasan strategis nasional tertentu;
 - Berada di wilayah perairan dan/atau wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang memiliki karakteristik tertentu, antara lain: 1) memiliki nilai konservasi baik nasional maupun internasional yang didasari pada kaidah-kaidah ilmiah yang dilakukan oleh

- lembaga berkompeten dan komitmen global; 2) secara ekologi dan geografi bersifat lintas negara; 3) mencakup habitat yang menjadi wilayah ruaya jenis ikan tertentu; dan/atau 4) terdapat kapal perang asing yang tenggelam dan memiliki nilai arkeologis.
2. Kawasan Konservasi Daerah, kewenangan berada pada Gubernur, dengan kriteria berada di perairan pesisir (0 – 12 mil laut), di luar yang menjadi kewenangan Menteri.

HASIL PENELITIAN EMPIRIS

Salah satu prinsip dasar pengelolaan wilayah pesisir dan laut terpadu (Dahuri et al., 2008) yaitu pengelolaan sumber daya pesisir secara tradisional harus dipakai. Prinsip dasar pengelolaan sumber daya pesisir mengandung arti bahwa unsur lokal dalam hal ini kearifan lokal (*local wisdom*) yang telah dilakukan secara turun temurun perlu menjadi dasar pengambilan keputusan dalam kawasan konservasi. Lebih lanjut dikatakan bahwa konservasi untuk pemanfaatan yang berkelanjutan adalah tujuan utama dari pengelolaan sumber daya wilayah pesisir. Poin penting dalam peruntukan kawasan konservasi yang menjadi variabel penentu adalah sumber daya manusia sebagai pengguna dari proses pengelolaan sumber daya di pesisir dan laut. Keterkaitan efektivitas kawasan konservasi dengan pengguna sumber daya dapat dinilai berdasarkan persepsi dan tingkat kepatuhan masyarakat. Sejauh mana dampak serta manfaat yang dirasakan masyarakat terhadap pemberlakuan penetapan kawasan konservasi bagi kesejahteraan hidup.

Berdasarkan hasil penelitian pada kawasan konservasi Pulau Koon, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku (Rumatiga, 2019), persepsi masyarakat terhadap pencadangan Pulau Koon sebagai kawasan konservasi perairan termasuk kategori tinggi sebesar 90%, kategori sedang sebesar 10%, kategori rendah 0%, dengan rata-rata

persepsi masyarakat bernilai 84%. Artinya bahwa masyarakat memahami dengan sangat baik bahwa sumber daya hayati yang terdapat di Pulau Koon dan perairan sekitarnya sangat penting dalam upaya meningkatkan taraf hidup, baik langsung dan tidak langsung. Harapan masyarakat agar hasil pengelolaan sumber daya dapat dirasakan hingga anak cucu di masa mendatang. Tingkat kepatuhan masyarakat termasuk pada kategori tinggi 0%, kategori sedang 38%, kategori rendah sebesar 62%, dengan nilai rata-rata 47%. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat Negeri Kataloka tidak patuh atau melanggar atau berperilaku tidak sesuai terhadap penerapan aturan pemberlakuan pencadangan Pulau Koon sebagai kawasan konservasi.

Teridentifikasi beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya perilaku masyarakat untuk tidak patuh terhadap aturan yang ditetapkan antara lain:

a. Faktor Regulasi

Belum diputuskannya penetapan Pulau Koon dan perairan sekitarnya sebagai kawasan konservasi oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Masyarakat menganggap bahwa keseriusan pemerintah belum maksimal dalam pengelolaan kawasan konservasi yang ditunjukkan dengan tidak adanya keterlibatan Tentara Nasional Indonesia (TNI) / Kepolisian Republik Indonesia (Polri) untuk keamanan pada kawasan tersebut.

b. Faktor Kepemimpinan

Pengambilan keputusan yang tidak adil terhadap pelarangan penangkapan ikan di perairan sekitar kawasan konservasi oleh Pemerintah Negeri. Pelarangan diterapkan secara sepihak pada nelayan yang berasal dari luar.

c. Faktor Sejarah

Penuturan sejarah yang telah diakui secara turun temurun menceritakan tentang keterkaitan Dusun Garogos dengan keluarga Raja Kataloka, sehingga kepemilikan sumber daya pun perlu dimanfaatkan secara bersama. Hal ini menunjukkan bahwa adat istiadat yang telah diakui baik secara tertulis maupun tidak tertulis menjadi ikatan persaudaraan yang kuat termasuk di dalamnya kepemilikan terhadap sumber daya.

d. Faktor Ekonomi

Lemahnya kondisi ekonomi keluarga nelayan di perairan sekitar Pulau Koon mengakibatkan pemanfaatan sumber daya ikan tetap dilakukan walaupun larangan telah dikeluarkan.

e. Keterbatasan Armada Nelayan

Kondisi ekonomi nelayan yang terbatas menyebabkan kegiatan penangkapan ikan hanya dapat dilakukan pada area yang terjangkau dalam hal ini pada konservasi, walaupun dilarang. Nelayan tidak memiliki armada penangkapan ikan untuk dapat menjangkau area penangkapan yang jauh dari kawasan konservasi.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa strategi pengawasan terhadap pencadangan Pulau Koon sebagai kawasan konservasi perairan:

- Penetapan Pulau Koon dan perairan sekitarnya sebagai kawasan konservasi melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan,
- Peningkatan kesadaran masyarakat melalui sosialisasi dan pendidikan tentang kawasan konservasi,
- Komunikasi yang lebih persuasif dengan masyarakat pengguna sumber daya,
- Penguatan kapasitas lembaga adat untuk pengawasan,

- Penelitian/pemantauan secara berkala terhadap potensi sumber daya pesisir dan laut
- Bantuan armada kepada nelayan guna pengambilan sumber daya ikan dengan jangkauan yang jauh.

Konservasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil merupakan upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan wilayah tersebut serta ekosistemnya secara berkelanjutan, mengandung arti bahwa kesinambungan sumber daya pesisir sangat penting karena hasil akhirnya dinikmati untuk kesejahteraan masyarakat. Salah satu ekosistem pesisir penting yang mendukung keberadaan sumber daya hayati pesisir dan laut serta dapat meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat yaitu ekosistem laguna. Ekosistem laguna memiliki produktivitas yang tinggi sebagai penyedia sumber daya dan jasa lingkungan di wilayah pesisir, seperti sumber daya perikanan dan ekowisata pesisir (Dolbeth, et al., 2016).

Perairan pesisir Negeri Ihamahu, Kecamatan Saparua Timur Kabupaten Maluku Tengah memiliki tiga ekosistem pesisir penting (mangrove, lamun, dan terumbu karang), serta 9 (sembilan) ekosistem laguna dengan ukuran besar maupun kecil yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan telah terjadi degradasi sumber daya pada ekosistem laguna akibat tingginya aktivitas pemanfaatan oleh masyarakat sekitar (Siahainenia et al., 2018). Beberapa upaya perlindungan serta pelestarian yang dilakukan antara lain:

- Kegiatan transplantasi karang di perairan Negeri Ihamahu khususnya pada Laguna Ayao dan Laguna Besar. Hal ini didasarkan pada hasil pengamatan yang menunjukkan telah terjadi degradasi terumbu karang akibat penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan,
- Penebaran benih siput lola yang dulunya banyak ditemukan pada daerah rataan terumbu karang di ekosistem laguna Negeri Ihamahu,

- Penyuluhan serta penanaman mangrove di wilayah pesisir Negeri Ihamahu bagi masyarakat, bukan hanya orang dewasa namun juga melibatkan anak-anak sekolah,
- Aksi bersih lingkungan pantai sebagai upaya konservasi untuk melestarikan wilayah pesisir dan laut yang dilakukan oleh seluruh masyarakat. Kegiatan ini dilengkapi dengan pembuatan dan pemasangan papan-papan kampanye bersih lingkungan sebagai bentuk penyadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan dan sumber daya hayati.
- Penerapan teknologi tepat guna pengolahan produk perikanan yang berasal dari ekosistem laguna Negeri Ihamahu sebagai upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir maka dilakukan pelatihan pengolahan berbahan baku ikan dan teripang. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan ketrampilan dan pengetahuan bagi masyarakat, agar dapat mengolah sumber daya perikanan ekosistem laguna. Selain itu, agar masyarakat dapat memberikan nilai tambah terhadap komoditi perikanan yang biasanya dipasarkan secara langsung, tanpa diolah terlebih dulu.
- Penetapan zonasi dan status kawasan ekosistem laguna Negeri Ihamahu menjadi kawasan konservasi, kawasan rehabilitasi, kawasan budidaya, dan kawasan penangkapan (Louhenapessy, 2019). Penetapan kawasan konservasi dimaksudkan agar aktivitas pemanfaatan masyarakat tidak berlangsung pada semua laguna, tetapi perlu ada kawasan sebagai penyedia stok sumber daya bagi laguna di sekitarnya. Kawasan rehabilitasi ditetapkan untuk mengembalikan kesehatan ekosistem khususnya terumbu karang yang telah terdegradasi. Kawasan budidaya pada ekosistem laguna Negeri Ihamahu dimaksudkan agar dapat memanfaatkan karakteristik ekosistem laguna yang terlindung dan stabil selama pasang surut serta potensi sumber daya yang dapat dikembangkan sebagai target budidaya seperti teripang, ikan samandar, dan siput lola. Sedangkan kawasan penangkapan ditujukan pada laguna

yang memiliki sumber daya potensial untuk dimanfaatkan dengan menggunakan alat tangkap ramah lingkungan.

Evaluasi manfaat ekonomi dan sosial dari ekosistem pesisir serta partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan wilayah pesisir merupakan salah satu prinsip pengelolaan wilayah pesisir dan laut terpadu (Dahuri et al., 2008). Manfaat ekonomi yang dirasakan oleh masyarakat sebagai hasil dari pemanfaatan sumber daya pesisir seyogyanya dapat meningkatkan taraf hidup dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Penelitian tentang valuasi ekonomi sumber daya khususnya ekosistem terumbu karang kawasan konservasi Pulau Warbal, Kabupaten Maluku Tenggara menunjukkan nilai manfaat ekonomi terumbu karang sebesar 15,14% meliputi aktivitas penangkapan ikan, budidaya dan pariwisata. Sedangkan nilai manfaat ekologi terumbu karang pada kawasan konservasi ini sangat tinggi yaitu sebesar 84,61% meliputi fungsi ekologi terumbu karang sebagai penahan ombak, potensi keanekaragaman hayati dan nilai serapan karbon. Perhitungan nilai manfaat yang diperoleh berdasarkan luas daerah terlindung terumbu karang pada perairan Pulau Warbal dan sekitarnya dengan luas sebesar 975 km² atau 9,7 ha. Jika dirupiahkan, nilai pemanfaatan sumber daya terumbu karang di perairan Pulau Warbal sebesar Rp. 7.257.318.819/tahun, sedangkan nilai ekonomi total dari pemanfaatan dan non pemanfaatan sumber daya terumbu karang Pulau Warbal mencapai Rp. 7.275.603.819/tahun atau setara Rp. 746.215.776/ha/tahun.

Dampak positif dari aktivitas ekonomi pada ekosistem terumbu karang perairan Pulau Warbal yaitu peningkatan kesejahteraan masyarakat yang dibuktikan dengan kemampuan membangun rumah, kemampuan menyekolahkan anak-anak hingga ke perguruan tinggi dan pemenuhan kebutuhan keluarga lainnya. Berdasarkan analisa produktivitas yang mengacu pada *discount rate* oleh Bank Indonesia (Januari-September 2019 sebesar 6%), maka kerusakan atau hilangnya luasan 1 ha terumbu karang di Pulau Warbal akan hilang sekitar Rp. 205.048.787/ha/tahun.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh beberapa strategi pengelolaan sumber daya terumbu karang pada kawasan konservasi Pulau Warbal:

- Penyusunan *roadmap* dan *grand design* pengembangan pariwisata dengan orientasi ekowisata,
- Pentingnya pendampingan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) untuk pemberdayaan masyarakat lokal,
- Penerapan prinsip *best management practices* dalam kawasan konservasi,
- Pembentukan Kelompok Masyarakat Pengawas (POKMASWAS), Kelompok Sadar Wisata (POKDARWIS), serta Kelompok Usaha Bersama (KUB) budidaya rumput laut,
- Transplantasi karang yang diikuti dengan regulasi desa tentang pengelolaan kawasan pesisir dan laut,
- Alokasi Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) terkait penyusunan rencana pengelolaan dan peningkatan sadar wisata,
- Peningkatan pengawasan pada kawasan konservasi.

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Variabel positif dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Kawasan Konservasi secara berkelanjutan

Variabel positif dalam pengelolaan terdiri dari variabel kualitatif dan kuantitatif:

- **Variabel kualitatif** berdasarkan definisi atau batasan pengelolaan yang penting antara lain:
 - Nama organisasi dan struktur yang jelas,
 - Tujuan (*goal*) yang jelas,
 - Peraturan perundungan yang jelas,

- Orang yang terlibat di dalam organisasi tersebut juga harus jelas: latar belakang sosial budaya, bidang ilmu, dan lainnya,
- **Variabel kuantitatif** terkait pengelolaan wilayah pesisir dan kawasan konservasi secara berkelanjutan antara lain:
 - Jumlah jenis sumber daya alam laut yang menjadi target,
 - Kelimpahan sumber daya alam laut,
 - Potensi sumber daya alam laut,
 - Pola distribusi secara biologi dan ekologi,
 - Persentase keunikan ekosistem,
 - Nilai manfaat langsung dan tidak langsung dari sumber daya alam laut,
 - Kondisi sosial ekonomi masyarakat yang memanfaatkan sumber daya alam laut,
 - Persepsi masyarakat terkait pemanfaatan sumber daya alam laut,
 - Efisiensi dan efektivitas penerapan *local wisdom* (kekuatan dan peluang bagi daerah),
 - Efisiensi dan efektivitas lembaga yang berwewenang (nasional dan tradisional).

Variabel negatif dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Kawasan Konservasi secara berkelanjutan:

- Variabel negatif diidentifikasi sebagai ancaman internal bagi keberlanjutan sumber daya ikan antara lain:

- Persentase sumber daya manusia (SDM) pada wilayah pulau-pulau kecil sekitar Kawasan konservasi,
 - Kehadiran *local wisdom* yang kurang berfungsi,
 - Persentase infrastruktur pengawasan,
 - Sistem nilai.
- Variabel negatif diidentifikasi sebagai ancaman eksternal bagi pengelolaan wilayah pesisir dan kawasan konservasi antara lain:
- Persentase degradasi fisik habitat (mangrove, lamun, terumbu karang, daerah estuari, daerah lagoon, pantai bersubstrat keras, pantai bersubstrat lunak),
 - Tingkat kesehatan ekosistem (mangrove, lamun, terumbu karang, daerah estuari, daerah lagoon, pantai bersubstrat keras, pantai bersubstrat lunak),
 - Persentase tingkat eksploitasi sumber daya ikan pada kawasan konservasi dan di luar kawasan konservasi,
 - Persentase alokasi APBD untuk pengelolaan kawasan konservasi yang masih minim,
 - Persentase pemanfaatan sumber daya ikan dengan alat tangkap destruktif.

KESIMPULAN

Keberlanjutan sumber daya alam laut, pesisir dan pulau-pulau kecil sangat tergantung pada pengetahuan para pembuat rencana kebijakan dan pengambil keputusan, masyarakat lokal, rancangan rencana pengelolaan, sistem pemantauan dan evaluasi yang berjalan sesuai jadwal serta penerapan perbaikan yang merupakan rekomendasi hasil evaluasi.

Terkait hasil penelitian Rumatiga (2019) ditemukan bahwa persepsi masyarakat terhadap kebijakan pencadangan Kawasan Konservasi Pulau Koon termasuk tinggi (rerata=84%), tetapi dari segi tingkat kepatuhan masyarakat termasuk rendah.

Terkait hasil penelitian Mahakena et al. (2021) ekosistem terumbu karang dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan tangkap ikan karang, ikan hias dan pariwisata; potensi sumber daya terumbu karang 9,7 ha, kondisi terumbu karang Kawasan Konservasi Pulau Warbal dengan nilai persen tutupan karang batu sebesar 55,56% dan 66,58% (baik), persepsi masyarakat bahwa kehadiran ekosistem terumbu karang 85% sangat penting dan 15 % menyatakan bahwa terumbu karang adalah penting.

Terkait hasil penelitian Siahainenia et al. (2018) menunjukkan berbagai upaya konservasi dilakukan pada ekosistem laguna Negeri Ihamahu memberikan dampak positif terhadap pelestarian sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, Sitepu. 2008. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradnya Paramita.
- Dolbeth, M., P. Stalnacke, F. L. Alves, L. P. Sousa, G. D. Gooch, V. Khokhlov, Y. Tuchkovenko, J. Lloret, M. Bielecka, G. Rozynski, J. A. Soares, S. Baggett, P. Margonski, B. V. Chubarenko & A. I. Lillebo. 2016. An Integrated Pan-European Perspective on Coastal Lagoons Management Through a Mosaic-DPSIR Approach. *Scientific Reports* 6, 19400; DOI: 10.1038/srep19400.
- Drucker, P.F. 1955. The Practice of Management. Pan Books London. 479 p.
- Levine, A.S., L. Richmond, D. Lopez-Carr. 2015. Marine Resource Management: Culture, Livelihoods, and Governance. *Applied Geography* 59: 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.016>.
- Long, R. D., A. Charles, R. L. Stephenson. 2015. Key Principles of Marine Ecosystem-based Management. *Marine Policy* 57: 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>.
- Louhenapessy, D.G. 2019. Zonasi dan Status Kawasan Ekosistem Laguna di Negeri Ihamahu, Maluku Tengah. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 15(2): 69-75. DOI: <https://doi.org/10.30598/TRITONvol15issue2page69-75>.
- Lubchenco, J., S.R. Palumbi, S.D. Gaines, S. Andelman. 2003. Plugging a Hole in the Ocean: The Emerging Science of Marine Reserves. *Ecological Applications* 13(1): S3-S7. <http://www.jstor.org/stable/3099993>.
- Mahakena, M.A., St. M. Siahainenia, D. Sahetapy. 2021. Valuasi Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang Pulau Warbal di Kawasan Konservasi Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 17(2): 104-116. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol17issue2page104-116>.

- Mascia, M.B. & S. Pailler. 2010. Protected Area Downgrading, Downsizing, and Degazettement (PADDD) and Its Conservation Implication. *Conservation Letters* 4(1): 9-20. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00147.x>.
- McCay, B.J. & P. J. S. Jones. 2011. Marine Protected Areas and The Governance of Marine Ecosystems and Fisheries. *Conservation Biology* 25(6): 1130-1133. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2011.01771.x.
- Rumatiga, M. 2019. Persepsi dan Tingkat Kepatuhan Masyarakat Negeri Kataloka Terhadap Pencadangan Pulau Koon Sebagai Kawasan Konservsai Perairan. Tesis. Program Studi Manajemen Sumberdaya Kelautan dan Pulau-Pulau Kecil. Program Pascasarjana Universitas Pattimura.
- Rossiter, J.S. & A. Levine. 2014. What Makes a “Successful” Marine Protected Area? The Unique Context of Hawaii’s Fish Replenishment Areas. *Marine Policy* 44(2014): 196-203. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.022>.
- Siahainenia, L., S. F. Tuhumury, P. A. Uneputty, N.C. Tuhumury. 2018. Penguatan Ekonomi Masyraakat Pesisir Melalui Pengembangan dan Penerapan Model Pengelolaan “Terpadu dan Berkelanjutan” Ekosistem Laguna. Laporan Akhir Riset Terapan. Dibiayai Oleh Direktorat Riset dan Pengembangan Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
- Terry, G.R. 1977. Principles of Management. Homewood. Richards D. Irwin. Illionis. 648 p.
- Toropova, C., I. Meliane, D. Laffoley, E. Mathhhews, M. Spalding. 2010. Global Ocean Protection: Present Status and Future Possibilities. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. ISBN 978-2-8317-1311-3.



KELEMBAGAAN PENGELOLAAN KAWASAN KONSERVASI DAN SUMBER DAYA IKAN

Victor P.H. Nikijuluw dan Juliana L. Tomasouw

PENDAHULUAN

Wilayah perairan Indonesia, yang terdiri dari perairan teritorial dan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), dibagi dan dikelola secara spasial dalam 11 Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI). Sumber daya ikan yang beragam atau multispesies dikelompokkan menjadi 9 kelompok ikan yaitu pelagis kecil, pelagis besar, demersal, ikan karang, udang penaids, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi. Keseluruhan sumber daya ikan, yang menurut Kepmen KP No.19/2022 sebesar 10,67 juta ton, perlu dikelola untuk mencapai tujuan pembangunan perikanan Indonesia, yang pada intinya terdiri dari pertumbuhan ekonomi, peningkatan kesejahteraan, dan keberlanjutan sumber daya ikan.

Konservasi adalah salah satu cara atau pendekatan untuk mencapai keberlanjutan sumber daya ikan. Pemerintah telah menetapkan target luas kawasan konservasi perairan yaitu 32,5 juta ha pada tahun 2030. Luasan target kawasan konservasi ini sekitar 10% luas perairan teritorial atau 5,5% luas kawasan perairan termasuk ZEE. Bila kawasan konservasi ini bisa diwujudkan dan pengelolaannya dilakukan secara efektif maka diharapkan sumber daya ikan, khususnya ikan-ikan yang keberadaannya dan siklus hidupnya bergantung pada kawasan konservasi, dalam bentuk spillover atau rekrutmen bioekologi dari kawasan konservasi ke WPPNRI akan tetap berlangsung.

Kondisi atau keadaan yang ideal ini hanya bisa tercapai bila terdapat keterpaduan pengelolaan antara kawasan konservasi dan sumber daya ikan di WPPNRI. Sayangnya, praktik selama ini yaitu keterpaduan pengelolaan sumber daya ikan dan kawasan konservasi perairan belum dilakukan secara optimal. Bahkan ada kesan bahwa kedua hal ini berjalan secara paralel, sendiri-sendiri, dan cenderung tidak bertemu. Padahal bila kedua program besar ini, yaitu 32,5 juta ha kawasan konservasi dan 10,67 juta ton ikan dipadukan, maka dampaknya akan sangat berarti bahwa bagi pembangunan sektor kelautan Indonesia.

Apa sesungguhnya tujuan konservasi ekosistem laut, ekosistem pesisir, terumbu karang, hutan mangrove, dan padang lamun? Selama ini tujuan yang dianggap penting yang menjadi dasar atau alasan dilakukannya program konservasi adalah keberlanjutan ekosistem itu sendiri. Sangat jarang, kita mendengar bahwa konservasi suatu ekosistem diprogramkan juga untuk mendukung keberlanjutan sistem bioekologi di luar ekosistem itu. Kita melakukan konservasi terumbu karang untuk menjaga keragaman hayati spesies karang dan ikan-ikan karang (*coral-dependent fishes*). Dampak konservasi ekosistem terumbu karang bagi keberadaan kehidupan di luar ekosistem terumbu karang jarang diperhatikan atau dijadikan pertimbangan. Kita mengabaikan kenyataan bahwa konservasi ekosistem, misalnya ekosistem terumbu karang, berdampak bagi pembangunan perikanan secara berkelanjutan.

Selama ini, kita berpikir dan bertindak secara parsial dan tersegmentasi terhadap kenyataan sesuatu yang tidak parsial dan terintegrasi. Tentu hal ini tidak menghasilkan dampak yang optimal. Secara finansial dan ekonomi, dampak program-program konservasi ekosistem dinilai lebih rendah dari yang seharusnya karena tidak melakukan valuasi terhadap barang dan jasa yang terjadi atau terbentuk di luar ekosistem yang dikonservasi. Sesungguhnya konservasi ekosistem perairan tidak hanya untuk kepentingan ekosistem itu saja tetapi juga untuk sumber daya ikan. Sebab itu, keterpaduan pengelolaan kawasan konservasi dan sumber daya ikan perlu dirumuskan dan diimplementasikan.

Makalah ini berujung pada gagasan untuk memadukan program pengelolaan kawasan konservasi perairan dan sumber daya ikan. Untuk itu, uraian dan telaah dilakukan atas regulasi formal yang sudah ada yang menjadi dasar pengelolaan kawasan konservasi perairan dan sumber daya ikan. Diuraikan juga tugas dan wewenang pemerintah pusat dan daerah, serta amanat untuk melibatkan masyarakat dalam pengelolaan. Berdasarkan regulasi yang ada, sangat memungkinkan untuk mengembangkan pengelolaan terpadu antara kawasan konservasi dan sumber daya ikan. Demikian pula, berdasarkan praktik-praktik yang dilakukan di tingkat masyarakat, terdapat peluang besar untuk pengelolaan terpadu tersebut dilakukan secara ko-manajemen antara pemerintah dan masyarakat. Ko-manajemen keterpaduan kawasan konservasi dan sumber daya ikan bisa dikembangkan dan diimplementasikan serendah-rendahnya di tingkat desa (masyarakat adat) hingga di tingkat WPPNRI. Tingkatan atau bentuk ko-manajemen terpadu ini perlu diidentifikasi dan dibangun sesuai spesies dan jenis perikanan serta berbasis sains dan ilmu pengetahuan modern serta tradisi masyarakat.

PENTINGNYA KELEMBAGAAN PENGELOLAAN

Adanya kelembagaan pengelolaan perikanan merupakan suatu keharusan. Tanpa lembaga pengelola, tujuan pengelolaan tidak akan mudah, bahkan mustahil, dicapai. Mengikuti *Technical Guidelines for Responsible Fisheries* (FAO, 1997), kelembagaan pengelolaan perikanan memiliki dua komponen utama yaitu (1) otoritas pengelola perikanan dan (2) pihak-pihak lain yang memiliki kepentingan dengan pengelolaan sumber daya perikanan.

Otoritas pengelola perikanan adalah entitas yang diberi wewenang dan mandat oleh negara untuk melaksanakan fungsi-fungsi pengelolaan. Di banyak negara, otoritas pengelola adalah suatu kementerian, direktorat jenderal, atau badan khusus. Di Indonesia, otoritas ini diberikan kepada

Kementerian Kelautan dan Perikanan. Otoritas pengelola bisa dibagi atau didelegasikan kepada pemerintah daerah atau bahkan kepada pihak swasta atau masyarakat dalam mengelola perikanan di lingkup wilayah masing-masing. Sementara yang dimaksudkan dengan pihak-pihak lain menurut pengertian Food and Agriculture Organization (FAO) bisa berupa nelayan, organisasi nelayan, perusahaan perikanan, atau asosiasi perusahaan perikanan. Pola atau kerangka kelembagaan pengelolaan perikanan yang efektif dan sesuai untuk setiap negara sangat tergantung pada kondisi dan tipe sumber daya ikan serta kehendak-kehendak politik yang mendasari pembangunan perikanan di negara tersebut.

Selain lembaga pengelola, FAO juga memberi penekanan tentang pentingnya kualifikasi orang yang menjalankan lembaga tersebut. Suatu lembaga akan efektif berfungsi bila orang-orang yang bekerja pada lembaga tersebut memiliki kapasitas dan kompetensi. Pemimpin lembaga sering disebut ‘manajer perikanan’ pada berbagai tingkatan. Jadi manajer perikanan adalah mereka yang memimpin dan menjalankan lembaga pengelola perikanan. Selain manajer perikanan, mereka yang bekerja pada lembaga pengelola perikanan merupakan para ahli dalam bidang-bidang *monitoring*, pengendalian, dan pengawasan. Peneliti, penyuluh, dan pegawai yang berwewenang dalam mengeluarkan data dan statistik perikanan serta staf administratif adalah unsur-unsur penting dari suatu lembaga pengelola perikanan. Dengan demikian, kelembagaan pengelolaan perikanan memiliki kompetensi dalam menjalankan fungsi-fungsi pengelolaan sumber daya untuk mencapai tujuan-tujuan perikanan yang sudah ditetapkan.

Kelembagaan pengelolaan perikanan sangat penting keberadaannya dalam mengelola suatu sumber daya yang tinggi kompleksitasnya. Perikanan adalah suatu sistem yang multidimensi: biologi, sosial, ekologi, sosial, budaya, politik, dan ekonomi. Sistem yang kompleks ini menuntut kemampuan dan kapasitas pengelolaan yang tinggi dan presisi. Definisi perikanan menurut Undang-Undang (UU) No.31/2004

menyiratkan tentang kompleksitas itu. Perikanan adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan dan lingkungannya mulai dari pra-produksi, produksi, pengolahan, sampai dengan pemasaran, yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan. Sumber daya ikan adalah potensi semua jenis ikan. Lingkungan sumber daya ikan adalah perairan tempat kehidupan sumber daya ikan, termasuk biota dan faktor alamiah sekitarnya. Definisi ini menegaskan tentang spektrum perikanan yang multi-dimensi yang tentu perlu dikelola oleh lembaga pengelola yang memiliki kapasitas.

KELEMBAGAAN YANG BERBASIS DIMENSI PENGELOLAAN

Tanpa lingkungan hidup atau habitat yang sehat, tidak akan ada sumber daya ikan yang baik. Sebab itu, dimensi pengelolaan perikanan mencakup pengelolaan sumber daya ikan dan pengelolaan habitatnya. Pasal 1:7 UU No.31/2004 menegaskan tentang dimensi pengelolaan perikanan yaitu semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi sumber daya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya hayati perairan dan tujuan yang telah disepakati. Dimensi pengelolaan perikanan mencakup semua upaya, mulai dari pra-produksi, produksi, hingga pasca produksi, yang dikelola secara berkelanjutan. Selain ikan itu sendiri, pengaturan, penataan, atau pengelolaan harus dilakukan atas habitat dan kegiatan manusia sebagai pelaku atau pemanfaat sumber daya ikan.

Konservasi sebagai suatu upaya atau strategi mengelola lingkungan atau habitat sumber daya ikan memang secara eksplisit tidak disebutkan sebagai suatu dimensi pengelolaan. Namun demikian, dimensi pengelolaan seperti alokasi sumber daya ikan, penegakan hukum, dan

upaya-upaya untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya pada hakikatnya adalah bagian dari strategi manajemen konservasi, atau pengelolaan yang berbasis konservasi. Pentingnya tindakan atau upaya konservasi secara eksplisit disebutkan dalam pasal 1:8, UU No.31/2004 bahwa konservasi sumber daya ikan adalah perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya ikan. Selain itu, disebutkan juga tentang jenis atau spektrum konservasi yang terdiri dari konservasi ekosistem, konservasi jenis ikan, dan konservasi genetika ikan (Pasal 13, UU No.31/2004).

Selain UU No.31/2004 tentang Perikanan, konservasi sumber daya ikan dan habitatnya juga diamanatkan oleh UU No.27/2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (PWP3K) dan UU No.01/2014 tentang Perubahan Terhadap UU No.27/2007. Pada Ketentuan Umum kedua UU ini dikemukakan bahwa PWP3K adalah suatu proses perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian Sumber Daya Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil antar-sektor, antara pemerintah dan pemerintah daerah, antara ekosistem darat dan laut, serta antara ilmu pengetahuan dan manajemen untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Juga dikemukakan bahwa Konservasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KWP3K) adalah upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil serta ekosistemnya untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragamannya. Kawasan KWP3K adalah kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil dengan ciri khas tertentu yang dilindungi, dilestarikan, dan dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Kelembagaan pengelolaan perikanan patut melakukan tugas dan fungsinya yang mencakup pengelolaan yang multi-dimensi ini. Selain sumber daya ikan itu sendiri, habitat sumber daya ikan ternyata merupakan dimensi penting. Konservasi yang menyangkut spesies, habitat, dan genetika, adalah tanggung jawab lembaga pengelola perikanan.

KELEMBAGAAN YANG BERBASIS TUJUAN PENGELOLAAN

Kelembagaan atau otoritas pengelolaan perikanan patut dikembangkan berdasarkan tujuan. Berdasarkan aturan yang ada, Indonesia memiliki tujuan pengelolaan perikanan dan tujuan pengelolaan habitat yang dalam hal ini adalah wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Tujuan-tujuan ini adalah rujukan bagi pengembangan kelembagaan atau otoritas pengelolaan.

Tujuan pengelolaan perikanan, menurut UU No.31/2004 adalah:

- Meningkatkan taraf hidup nelayan kecil dan pembudidaya-ikan kecil,
- Meningkatkan penerimaan dan devisa negara,
- Mendorong perluasan dan kesempatan kerja,
- Meningkatkan ketersediaan dan konsumsi sumber protein ikan,
- Mengoptimalkan pengelolaan sumber daya ikan,
- Meningkatkan produktivitas, mutu, nilai tambah, dan daya saing,
- Meningkatkan ketersediaan bahan baku untuk industri pengolahan ikan;
- Mencapai pemanfaatan sumber daya ikan, lahan pembudidayaan ikan, dan lingkungan sumber daya ikan secara optimal,
- Menjamin kelestarian sumber daya ikan, lahan pembudidayaan ikan, dan tata ruang.

Pengelolaan perikanan dalam WPPNRI dilakukan untuk tercapainya manfaat yang optimal dan berkelanjutan, serta terjaminnya kelestarian sumber daya ikan (Pasal 6:1, UU No.31/2004). Pengelolaan sumber daya ikan perlu dilakukan sebaik-baiknya berdasarkan keadilan dan pemerataan dalam pemanfaatannya dengan mengutamakan perluasan kesempatan kerja dan peningkatan taraf hidup bagi nelayan, pembudidaya ikan, dan/atau pihak-pihak yang terkait dengan

kegiatan perikanan, serta terbinanya kelestarian sumber daya ikan dan lingkungannya.

Selain tujuan pengelolaan perikanan, Indonesia menentukan juga tujuan pengelolaan habitat ikan, atau tujuan PWP3K, berdasarkan UU No.27/2007, yaitu:

- Melindungi, mengonservasi, merehabilitasi, memanfaatkan, dan memperkaya Sumber Daya Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (SDP3K) serta sistem ekologisnya secara berkelanjutan,
- Menciptakan keharmonisan dan sinergi antara Pemerintah dan Pemerintah Daerah dalam pengelolaan SDP3K,
- Memperkuat peran serta masyarakat dan lembaga pemerintah serta mendorong inisiatif masyarakat dalam pengelolaan SDP3K agar tercapai keadilan, keseimbangan, dan keberkelanjutan,
- Meningkatkan nilai sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat melalui peran serta masyarakat dalam pemanfaatan SDP3K.

PWP3K dilakukan dengan cara mengintegrasikan kegiatan antara pemerintah dan pemerintah daerah, antar-pemerintah daerah, antar-sektor, antar-pemerintah, dunia usaha, dan masyarakat; antara ekosistem darat dan ekosistem laut, dan antara ilmu pengetahuan dan prinsip-prinsip manajemen.

Konservasi merupakan salah satu strategi pengelolaan kawasan. Pengelolaan kawasan konservasi bertujuan untuk perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan keanekaragaman hayati dan/atau sumber daya ikan, dan/atau perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan Situs Budaya Tradisional (Permen-KP No:31/2020). Pada UU 27/2007, ditekankan bahwa konservasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil diselenggarakan untuk menjaga kelestarian, melindungi alur migrasi biota laut, melindungi habitat biota laut; dan melindungi situs budaya tradisional.

Salah satu tujuan pengelolaan perikanan adalah menjamin kelestarian sumber daya ikan. Tujuan ini bisa dicapai melalui (1) mengurangi atau meniadakan perikanan ilegal, tidak terdaftar, dan tidak tercatat, (2) mengurangi perikanan yang merusak atau destruktif, dan (3) menangkap ikan secara berkelanjutan atau tidak berlebihan. Selain ketiga cara ini, kelestarian sumber daya ikan tentu dapat dicapai melalui konservasi wilayah, habitat, dan konservasi spesies. Dengan kata lain, tujuan konservasi wilayah dan spesies sesungguhnya untuk kelestarian sumber daya ikan. Demikian pula bisa dikatakan bahwa terjaminnya kelestarian sumber daya ikan dapat dicapai melalui kegiatan atau program konservasi.

Adanya interaksi atau irisan antara tujuan pengelolaan sumber daya ikan, tujuan PWP3K, dan tujuan konservasi spesies dan habitatnya, memungkinkan untuk dilakukan integrasi kelembagaan pengelolaan. Kondisi ideal yaitu apabila ada kelembagaan terpadu yang mengelola sumber daya perikanan dan kawasan konservasi pesisir sebagai habitat ikan. Namun demikian bila kondisi ideal ini bisa dicapai melalui integrasi program antara lembaga pengelola perikanan dan lembaga pengelola kawasan (dan/atau spesies) konservasi.

KELEMBAGAAN PENGELOLAAN PERIKANAN

Pengelolaan sumber daya laut dilakukan dengan pendekatan wilayah atau ruang dan pendekatan spesies atau kelompok spesies. Pengelolaan sumber daya ikan dilakukan berdasarkan kedua pendekatan ini. Sumber daya perikanan Indonesia dikelola secara spasial dan dibagi ke dalam 11 WPPNRI. Pada Permen-KP 18/2014 dikemukakan bahwa WPPNRI, merupakan wilayah pengelolaan perikanan untuk penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, konservasi, penelitian, dan pengembangan perikanan yang meliputi perairan pedalaman, perairan kepulauan, laut teritorial, zona tambahan, dan zona ekonomi eksklusif Indonesia. Secara eksplisit disebutkan pada peraturan ini bahwa WPPNRI bukan hanya

untuk penangkapan tetapi termasuk juga kegiatan konservasi. WPPNRI terdiri dari:

1. WPPNRI 571 meliputi perairan Selat Malaka dan Laut Andaman,
2. WPPNRI 572 meliputi perairan Samudera Hindia sebelah Barat Sumatera dan Selat Sunda,
3. WPPNRI 573 meliputi perairan Samudera Hindia sebelah Selatan Jawa hingga sebelah Selatan Nusa Tenggara, Laut Sawu, dan Laut Timor bagian Barat,
4. WPPNRI 711 meliputi perairan Selat Karimata, Laut Natuna, dan Laut China Selatan,
5. WPPNRI 712 meliputi perairan Laut Jawa,
6. WPPNRI 713 meliputi perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali,
7. WPPNRI 714 meliputi perairan Teluk Tolo dan Laut Banda,
8. WPPNRI 715 meliputi perairan Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram dan Teluk Berau,
9. WPPNRI 716 meliputi perairan Laut Sulawesi dan sebelah Utara Pulau Halmahera,
10. WPPNRI 717 meliputi perairan Teluk Cendrawasih dan Samudera Pasifik,
11. WPPNRI 718 meliputi perairan Laut Aru, Laut Arafura, dan Laut Timor bagian Timur.

Selain secara spasial atau WPPNRI, sumber daya ikan dikelompokkan ke dalam 9 kategori yaitu: pelagis kecil, pelagis besar, demersal, ikan karang, udang penaид, lobster, kepiting, rajungan, dan cumi-cumi. Dengan demikian secara keseluruhan, perikanan Indonesia terdiri dari 9 kelompok sumber daya di 11 wilayah berbeda, atau total 99 perikanan berdasarkan kelompok spesies dan daerah penangkapan ikan.

Untuk meningkatkan efisiensi, optimalisasi, dan koordinasi pelaksanaan pengelolaan perikanan di WPPNRI, pemerintah membentuk Lembaga Pengelola Perikanan yang merupakan unit organisasi nonstruktural yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri. Lembaga Pengelola Perikanan WPPNRI dipimpin oleh Kepala yang dijabat oleh Direktur Jenderal (Permen KP No.33/2019). Lembaga Pengelola Perikanan WPPNRI mempunyai tugas melakukan koordinasi dan evaluasi pelaksanaan Rencana Pengelolaan Perikanan (RPP), memberikan masukan penyusunan dan pelaksanaan RPP, dan memberikan rekomendasi penyusunan kebijakan pengelolaan perikanan berkelanjutan di WPPNRI. Di setiap WPPNRI terdapat Unit Pengelola Perikanan yang berlokasi di pelabuhan-pelabuhan utama di tiap WPPNRI. Unit Pengelola terdiri dari Sekretariat; Kelompok Kerja Data dan Informasi; Kelompok Kerja Pemanfaatan Perikanan dan Konservasi; dan Kelompok Kerja Pengendalian dan Keputuhan.

Regulasi ini menekankan bahwa kegiatan konservasi dan pemanfaatan sumber daya ikan dijalankan secara bersama-sama di bawah tanggung jawab Kelompok Kerja Pemanfaatan Perikanan dan Konservasi. Dengan demikian, perikanan dan konservasi tidak hanya disandingkan atau dipadukan melalui regulasi di tingkat undang-undang tetapi sudah pada tingkat implementasi di lapangan.

KELEMBAGAAN PENGELOLAAN KONSERVASI

Serupa dengan sumber daya perikanan yang dikelola secara spasial, pengelolaan konservasi juga dilakukan secara spasial menurut Permen-KP No.31/2020. Secara spasial, kawasan konservasi ditetapkan dengan kategori: (1) aman, (2) suaka, dan (3) kawasan konservasi maritim.

Kawasan konservasi untuk kategori taman dan suaka ditetapkan untuk perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan keanekaragaman hayati dan/atau sumber daya ikan. Taman meliputi (1) taman pesisir, (2) taman Pulau Kecil (3) taman nasional perairan, dan (4) taman wisata perairan.

Suaka meliputi (1) suaka pesisir, (2) suaka Pulau Kecil, (3) suaka alam perairan, dan (4) suaka perikanan.

Kawasan konservasi maritim ditetapkan untuk (1) perlindungan, (2) pelestarian, dan (3) pemanfaatan Situs Budaya Tradisional. Kawasan konservasi maritim meliputi daerah (1) perlindungan adat maritim dan/ atau (2) daerah perlindungan budaya maritim.

TANGGUNG JAWAB PEMERINTAH

Pemerintah nasional memiliki tanggung jawab utama dalam pengelolaan sumber daya perikanan dan kawasan konservasi. Tanggung jawab di tingkat nasional tersebut pada Menteri, dalam hal ini adalah Menteri Kelautan dan Perikanan. Pada UU 45/2009 ditekankan bahwa dalam rangka mendukung kebijakan pengelolaan sumber daya ikan, Menteri menetapkan:

- Rencana pengelolaan perikanan (RPP),
- Potensi dan alokasi sumber daya ikan di WPPNRI,
- Jumlah tangkapan yang diperbolehkan di WPPNRI,
- Potensi dan alokasi lahan pembudidayaan ikan di WPPNRI,
- Potensi dan alokasi induk serta benih ikan tertentu WPPNRI,
- Jenis, jumlah, dan ukuran alat penangkapan ikan,
- Jenis, jumlah, ukuran, dan penempatan alat bantu penangkapan ikan,
- Daerah, jalur, dan waktu atau musim penangkapan ikan,
- Persyaratan atau standar prosedur operasional penangkapan ikan.
- Pelabuhan perikanan,
- Sistem pemantauan kapal perikanan,
- Jenis ikan baru yang akan dibudidayakan,

- Jenis ikan dan wilayah penebaran kembali serta penangkapan ikan berbasis budidaya,
- Pembudidayaan ikan dan perlindungannya,
- Pencegahan pencemaran dan kerusakan sumber daya ikan serta lingkungannya,
- Rehabilitasi dan peningkatan sumber daya ikan serta lingkungannya,
- Ukuran atau berat minimum jenis ikan yang boleh ditangkap,
- Kawasan konservasi perairan (KKP),
- Wabah dan wilayah wabah penyakit ikan,
- Jenis ikan yang dilarang untuk diperdagangkan, dimasukkan, dan dikeluarkan ke dan dari wilayah Negara Republik Indonesia,
- Jenis ikan yang dilindungi.

Menteri menetapkan potensi dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) setelah mempertimbangkan rekomendasi dari komisi nasional yang mengkaji sumber daya ikan. Komisi nasional dibentuk oleh Menteri dan beranggotakan para ahli di bidangnya yang berasal dari lembaga terkait. Menteri juga menetapkan jenis ikan dan kawasan perairan yang masing-masing dilindungi, termasuk taman nasional laut, untuk kepentingan ilmu pengetahuan, kebudayaan, pariwisata, dan/atau kelestarian sumber daya ikan dan/atau lingkungannya.

Secara spesifik tentang kawasan konservasi, Permen-KP No.31/2020 menyatakan bahwa Menteri berwenang melakukan pengelolaan Kawasan Konservasi Nasional dan Gubernur berwenang melakukan pengelolaan Kawasan Konservasi Daerah.

Kawasan konservasi yang telah ditetapkan oleh Menteri dikelola oleh lembaga Satuan Unit Organisasi Pengelola (SUOP) yang dapat berbentuk unit pelaksana pusat, organisasi perangkat daerah (OPD), unit pelaksana daerah, atau cabang dinas. Pembentukan SUOP ditetapkan

oleh Menteri atau gubernur sesuai dengan kewenangannya. SUOP memiliki tugas antara lain:

- Melakukan penyusunan dan peninjauan kembali Rencana Pengelolaan Kawasan Konservasi,
- Melaksanakan program dan kegiatan dalam Rencana Pengelolaan Kawasan Konservasi,
- Melakukan penataan batas,
- Menyusun status target konservasi dari aspek biofisik, sosial, ekonomi, dan budaya secara berkala,
- Melaksanakan pelayanan perizinan dan pemanfaatan Kawasan Konservasi,
- Melakukan upaya penyadartahuan kepada masyarakat,
- Mengembangkan program kemitraan dan jejaring pengelolaan Kawasan Konservasi,
- Melaksanakan pemantauan pemanfaatan Kawasan Konservasi secara berkala.

Kawasan Konservasi Nasional, sering disebut dengan Kawasan Konservasi Perairan Nasional (KKPN) dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan di bawah Ditjen Pengelolaan Ruang Laut. Saat ini terdapat dua SUOP nasional yaitu:

1. Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional (BKKPN) Kupang untuk wilayah Indonesia bagian Timur,
2. Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional (LKKPN) Pekanbaru untuk wilayah Indonesia bagian Barat.
3. KKPN yang dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan adalah:
4. Taman Wisata Perairan Pulau Pieh, Provinsi Sumatera Barat,

5. Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas, Provinsi Kepulauan Riau,
6. Taman Wisata Perairan Gili Matra (Pulau Gili Meno, Gili Ayer, dan Gili Trawangan), Provinsi Nusa Tenggara Barat,
7. Taman Wisata Perairan Kepulauan Kapoposang, Provinsi Sulawesi Selatan,
8. Taman Nasional Perairan Laut Sawu, Provinsi Nusa Tenggara Timur,
9. Taman Wisata Perairan Laut Banda, Provinsi Maluku,
10. Suaka Alam Perairan Kepulauan Aru Bagian Tenggara, Provinsi Maluku,
11. Suaka Alam Perairan Kepulauan Raja Ampat, Provinsi Papua Barat Daya,
12. Suaka Alam Perairan Kepulauan Waigeo Sebelah Barat, Provinsi Papua Barat Daya,
13. Taman Wisata Perairan Kepulauan Padaido, Provinsi Papua.

Sementara untuk Kawasan Konservasi Daerah yang sering dikenal dengan Kawasan Konservasi Perairan Daerah (KKPD), dikelola oleh organisasi perangkat daerah (OPD), unit pelaksana daerah, atau cabang dinas di bawah Dinas Kelautan dan Perikanan tingkat provinsi. Lembaga pengelola di tingkat KKPD ini diusulkan oleh Gubernur dan ditetapkan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan.

TANGGUNG JAWAB PEMERINTAH DAERAH

Tanggung jawab pemerintah daerah dalam pengelolaan wilayah laut diatur dalam UU No.23/2014 tentang Pemerintahan Daerah. Daerah provinsi diberi kewenangan untuk mengelola sumber daya alam di laut yang ada di wilayahnya. Kewenangan pemerintah daerah provinsi untuk mengelola sumber daya alam di laut meliputi: (1) eksplorasi, eksloitasi, konservasi, dan pengelolaan kekayaan laut di luar minyak

dan gas bumi, (2) pengaturan administratif; (3) pengaturan tata ruang; (4) ikut serta dalam memelihara keamanan di laut, dan (5) ikut serta dalam mempertahankan kedaulatan negara. Wilayah kewenangan daerah provinsi untuk mengelola sumber daya alam di laut ini paling jauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau ke arah perairan kepulauan. Undang-undang menyandingkan kegiatan produksi dan proteksi sumber daya laut sebagai kewenangan pemerintah daerah.

Kewenangan pemerintah daerah provinsi dalam pengelolaan sumber daya perikanan di wilayah kurang dari 12 mil laut ini diatur lebih jauh dengan Permen-KP No.71/2016 tentang Jalur Penangkapan Ikan Dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan di WPPNRI. Jalur penangkapan ikan yang merupakan tanggung jawab pemerintah provinsi adalah Jalur penangkapan ikan IA, meliputi perairan pantai sampai dengan 2 (dua) mil laut yang diukur dari permukaan air laut pada surut terendah, Jalur penangkapan ikan IB, meliputi perairan pantai di luar 2 (dua) mil laut sampai dengan 4 (empat) mil laut, dan Jalur Penangkapan Ikan II sebagaimana yang meliputi perairan di luar jalur penangkapan ikan I sampai dengan 12 (dua belas) mil laut. Menteri juga menetapkan jenis alat tangkap penangkapan ikan yang diperbolehkan digunakan di wilayah kurang dari 12 mil laut. Dengan demikian, kegiatan eksplorasi, eksplorasi dan konservasi sumber daya ikan di wilayah ini adalah tanggung jawab pemerintah daerah provinsi.

Selain pengelolaan perikanan, pemerintah provinsi juga memiliki wewenang pengelolaan WP3K. UU No.27/2007 menyatakan bahwa PWP3K pada tingkat provinsi dilaksanakan secara terpadu yang dikoordinasikan oleh dinas yang membidangi Kelautan dan Perikanan. Jenis kegiatan yang dikoordinasikan meliputi:

1. Penilaian setiap usulan rencana kegiatan tiap-tiap dinas otonom atau badan sesuai dengan perencanaan PWP3K terpadu Provinsi,

2. Perencanaan tiap-tiap instansi daerah, antar kabupaten/kota, dan dunia usaha,
3. Program akreditasi skala provinsi,
4. Rekomendasi izin kegiatan sesuai dengan kewenangan instansi vertikal di daerah, dinas otonom, atau badan daerah,
5. Penyediaan data dan informasi bagi PWP3K di tingkat provinsi.

Karena pada umumnya sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil, serta ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan mangrove berada di wilayah 12 mil, atau pada jalur penangkapan ikan IA, IB, dan II, maka integrasi kegiatan konservasi dan eksplorasi, atau juga disebut kegiatan proteksi dan produksi, dapat dilakukan secara terpadu di bawah kewenangan pemerintah provinsi.

TANGGUNG JAWAB MASYARAKAT

Azas pengelolaan sumber daya perikanan menurut UU 31/2004 manfaat, keadilan, kemitraan, pemerataan, keterpaduan, keterbukaan, efisiensi, dan kelestarian yang berkelanjutan. Dalam penjelasan UU ini, diterangkan lebih jauh bahwa pengelolaan perikanan wajib didasarkan pada prinsip perencanaan dan keterpaduan pengendaliannya. Pengelolaan perikanan dilakukan dengan memperhatikan pembagian kewenangan antara pemerintah pusat dengan pemerintah daerah, memenuhi unsur pembangunan yang berkesinambungan, yang didukung dengan penelitian dan pengembangan perikanan serta pengendalian yang terpadu. Pengelolaan perikanan dicapai melalui peningkatan pendidikan dan pelatihan serta penyuluhan di bidang perikanan. Pengelolaan perikanan patut didukung dengan sarana dan prasarana perikanan serta sistem informasi dan data statistik perikanan. Dengan spektrum pengelolaan perikanan seperti ini, yang komprehensif dan mencakup banyak kegiatan, maka partisipasi masyarakat adalah sangat penting dan merupakan suatu keniscayaan. Dengan kata lain, pemerintah pusat dan pemerintah daerah perlu mengikutsertakan

berbagai pihak dalam pengelolaan perikanan, yang di dalamnya termasuk kegiatan konservasi.

Khusus dalam pengelolaan WP3K, seperti diamanatkan pada UU 27/2007, masyarakat memiliki hak dalam:

1. Memperoleh akses terhadap bagian perairan pesisir yang sudah diberi izin lokasi dan izin pengelolaan,
2. Mengusulkan wilayah penangkapan ikan secara tradisional ke dalam Rencana Zonasi WP3K, atau RZWP3K,
3. Mengusulkan wilayah masyarakat hukum adat ke dalam RZWP3K,
4. Melakukan kegiatan pengelolaan SDP3K berdasarkan hukum adat yang berlaku dan tidak bertentangan dengan ketentuan peraturan perundang-udangan,
5. Memperoleh manfaat atas PWP3K,
6. Memperoleh informasi berkenaan dengan PWP3K,
7. Mengajukan laporan dan pengaduan kepada pihak yang berwenang atas kerugian yang menimpa dirinya yang berkaitan dengan pelaksanaan PWP3K,
8. Menyatakan keberatan terhadap rencana pengelolaan yang sudah diumumkan dalam jangka waktu tertentu,
9. Melaporkan kepada penegak hukum akibat dugaan pencemaran, pencemaran, dan/atau perusakan WP3K yang merugikan kehidupannya,
10. Mengajukan gugatan kepada pengadilan terhadap berbagai masalah WP3K yang merugikan kehidupannya,
11. Memperoleh ganti rugi,
12. Mendapat pendampingan dan bantuan hukum terhadap permasalahan yang dihadapi dalam PWP3K sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Selain hak, masyarakat memiliki kewajiban dalam hal:

1. Memberikan informasi berkenaan dengan PWP3K,
2. Menjaga, melindungi, dan memelihara kelestarian WP3K,
3. Menyampaikan laporan terjadinya bahaya, pencemaran, dan/atau kerusakan lingkungan di WP3K,
4. Memantau pelaksanaan rencana PWP3K,
5. Melaksanakan program PWP3K yang disepakati di tingkat desa.

PELUANG KO-MANAJEMEN

Ko-manajemen atau pengelolaan bersama adalah suatu sistem derivat yang bersumber dari pengelolaan yang berbasis pemerintah (baik pusat maupun daerah) dan pengelolaan yang dilakukan oleh masyarakat. Ko-manajemen perikanan dapat didefinisikan sebagai pembagian dan pendistribusian tanggung jawab dan wewenang antara pemerintah dan masyarakat dalam mengelola sumber daya perikanan (Nikijuluw, 2002). Berdasarkan definisi ini, pemerintah dan masyarakat bertanggung jawab bersama-sama dalam melakukan seluruh tahapan pengelolaan perikanan. Apa yang menjadi tanggung masing-masing pihak menentukan bentuk atau tipe ko-manajemen. Inti dari ko-manajemen adalah kerja sama antara pemerintah dan masyarakat.

Menurut Pomeroy dan Berkes (1997), terdapat 10 tipe atau bentuk ko-manajemen perikanan, berdasarkan intensitas dan derajat partisipasi pihak masyarakat dan pemerintah. Bila tanggung jawab dan wewenang pemerintah rendah dalam suatu bentuk ko-manajemen, maka tanggung jawab dan wewenang masyarakat seharusnya tinggi. Demikian pula sebaliknya bila tanggung jawab dan wewenang pemerintah tinggi, maka tanggung jawab dan wewenang masyarakat rendah. Kesepuluh ko-manajemen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat hanya memberikan informasi kepada pemerintah dan informasi tersebut digunakan sebagai bahan perumusan pengelolaan perikanan,
2. Masyarakat dikonsultasi oleh pemerintah,
3. Masyarakat dan pemerintah saling bekerja sama,
4. Masyarakat dan pemerintah saling berkomunikasi,
5. Masyarakat dan pemerintah saling bertukar informasi,
6. Masyarakat dan pemerintah saling memberi input, nasihat, dan saran,
7. Masyarakat dan pemerintah melakukan kegiatan atau aksi bersama,
8. Masyarakat dan pemerintah bermitra,
9. Masyarakat melakukan pengawasan terhadap aturan atau regulasi pengelolaan yang dilakukan pemerintah,
10. Masyarakat lebih berperan dalam melakukan koordinasi antar-lokasi atau antar-daerah dan hal tersebut didukung oleh pemerintah.

Suatu ko-manajemen dibangun dengan inisiatif pemerintah. Bila pemerintah memutuskan untuk mengadakan dan menjalankan ko-manajemen perikanan maka hal tersebut menjadi dasar untuk mengajak masyarakat berpartisipasi. Namun bila regulasi dan aturan pemerintah tidak memungkinkan untuk masyarakat berpartisipasi maka ko-manajemen sulit diwujudkan. Langkah atau kebijakan pemerintah yang dipandang sebagai proses kelahiran atau terwujudnya suatu ko-manajemen adalah (Nikijuluw, 2002):

1. Pemerintah secara resmi mengakui aturan-aturan yang secara informal telah dilaksanakan dan dipatuhi oleh masyarakat. Aturan-aturan ini bisa berupa adat, budaya, tradisi, tertulis atau tidak tertulis, yang dirumuskan dan dipatuhi masyarakat, pada saat sekarang atau sudah ada sejak waktu-waktu sebelumnya.
2. Pemerintah menyerahkan, mendelegasikan, atau mengalihkan

wewenangnya kepada kelompok masyarakat dan hal membuat keputusan yang berkaitan dengan pemanfaatan sumber daya.

3. Pemerintah menetapkan peraturan baru yang proses penetapannya melibatkan masyarakat serta ide, gagasan, keinginan, dan aspirasi masyarakat diartikulasikan.
4. Pemerintah bekerja sama dengan lembaga swadaya masyarakat (LSM) asing dan nasional dalam merancang dan melakukan intervensi, kreasi, dan penguatan proses pengelolaan dengan cara melibatkan masyarakat sejak perencanaan pengelolaan, implementasi rencana pengelolaan, dan *monitoring* dan evaluasi manfaat dan dampak pengelolaan.

Peluang ko-manajemen ekosistem laut, WP3K, dan sumber daya ikan sangat terbuka diterapkan di Indonesia. Azas partisipasi masyarakat yang menjadi prasyarat atau kondisi dari setiap regulasi formal adalah basis ko-manajemen. Selain itu, peran masyarakat yang merupakan gerbang masuk bagi suatu ko-manajemen secara eksplisit dikemukakan pada berbagai aturan, seperti diuraikan sebelumnya. Gerbang lain yaitu adanya hukum adat, tradisi, kebiasaan, baik tertulis maupun tidak tertulis, yang hidup dan dijalani masyarakat, yang harus dilindungi dan dihargai, dan tentu saja menjadi akar yang kuat bagi pengembangan ko-manajemen. Pada UU 31/2004 dikemukakan bahwa pengelolaan perikanan untuk kepentingan penangkapan ikan dan pembudidayaan ikan harus mempertimbangkan hukum adat dan/atau kearifan lokal serta memperhatikan peran serta masyarakat.

Inisiasi pemerintah untuk mengembangkan ko-manajemen dijamin oleh UU 27/2007, yang menyatakan bahwa pemerintah mengakui, menghormati, dan melindungi hak-hak masyarakat adat, masyarakat tradisional, dan kearifan lokal atas WP3K yang telah dimanfaatkan secara turun-temurun. Pengakuan hak-hak ini dijadikan acuan dalam PWP3K yang berkelanjutan.

Apakah memungkinkan untuk kawasan konservasi dan sumber daya

ikan dikelola secara terpadu dengan prinsip ko-manajemen? Jawaban pertanyaan ini adalah sangat memungkinkan ko-manajemen ini dilakukan. Beberapa kondisi yang perlu diperhatikan dalam membangun ko-manajemen terpadu kawasan konservasi dan sumber daya ikan adalah:

1. Kawasan konservasi berada atau bagian dari suatu WPPNRI,
2. Diketahuinya hubungan konektivitas bioekologi antara kawasan konservasi dan sumber daya ikan. Konektivitas ini secara ilmiah perlu dibuktikan. Konektivitas ini bisa terjadi antara kawasan konservasi dengan WPPNRI lain. Dispersal larva, pola migrasi ikan, dan jenis ikan ikut menentukan konektivitas kawasan konservasi dengan WPPNRI.
3. Adanya budaya dan adat masyarakat dalam pengelolaan sumber daya ikan dan kawasan perairan, termasuk pengelolaan spesies karismatik, spesies indikator, dan spesies unggulan daerah, dan spesies yang memiliki nilai-nilai sosial-religi bagi masyarakat.
4. Adanya pendekatan pengelolaan berbasis masyarakat (*community-based management*) yang tidak berbasis budaya tapi baru dikembangkan dan diterapkan oleh masyarakat. Pengelolaan seperti ini biasanya hasil kerja sama LSM dan masyarakat dengan bimbingan dan arahan pemerintah, berskala desa atau kelurahan, berbasis kelompok serta melibatkan perempuan, dan bertujuan pada keadilan, pemerataan, kesejahteraan, dan keberlanjutan.

KESIMPULAN

Makalah ini membahas dasar-dasar legal formal pengelolaan kawasan, spesies perairan, dan sumber daya perikanan di Indonesia. Berdasarkan dasar legal formal, sumber daya perikanan dikelola dengan prinsip-prinsip konservasi. Bahkan konservasi diakui sebagai suatu strategi pengelolaan sumber daya ikan. Dengan demikian, keterpaduan pengelolaan kawasan konservasi, pengelolaan spesies, dan sumber

daya ikan dapat dipadukan untuk mencapai tujuan-tujuan produktivitas ekonomi, keberlanjutan bioekologi dan kultural, pemerataan manfaat, serta keadilan sosial.

Konservasi dan pemanfaatan adalah dua kata kunci yang tidak bisa dipisahkan. Pemanfaatan berkelanjutan merupakan komponen esensial dari konservasi. Konservasi terdiri dari proteksi, preservasi, rehabilitasi, restorasi, dan utilitas atau pemanfaatan. Dengan kata lain, konservasi akan berujung pada keberlanjutan. Dewasa ini, keterpaduan konservasi-pemanfaatan sering disebut dengan keterpaduan proteksi-produksi. Pengelolaan sumber daya ikan berbasis proteksi-produksi tidak lain merupakan pengelolaan sumber daya ikan secara berkelanjutan berdasarkan parameter-parameter ekologi, biologi, sosial, dan ekonomi.

Memperhatikan spektrum pengelolaan terpadu proteksi-produksi atau konservasi-pemanfaatan, selain berbasis pemerintah, suatu ko-manajemen antara pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya, bisa dianggap sebagai pendekatan alternatif pengelolaan sumber daya yang perlu diidentifikasi, dikaji, dan dikembangkan. Ko-manajemen sebagai kelembagaan terpadu dapat dikembangkan pada spektrum wilayah konservasi, WPPNRI, atau berbasis spesies komersial yang keberadaannya tergantung pada kawasan konservasi.

Dampak setiap kawasan konservasi bagi keberadaan dan keberlanjutan sumber daya ikan di WPPNRI perlu diketahui sebagai dasar membangun rencana pengelolaan terpadu. Rencana pengelolaan terpadu patut mempertimbangkan amanat dan arahan regulasi formal di tingkat pusat (nasional) dan daerah (provinsi) serta aspirasi masyarakat nelayan atau masyarakat pesisir sebagai pemangku kepentingan utama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Regulasi, Perundang-Undangan

UU No. 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintahan Daerah.

UU No. 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan

UU No. 45 Tahun 2009 Tentang Perubahan Atas UU No. 31 Tahun 2004.

UU No. 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil.

UU No. 01 Tahun 2014 Tentang Perubahan Atas UU No.27 Tahun 2007.

Permen KP No.33/Permen-KP/2019 Tentang Organisasi Dan Tata Kerja Lembaga Pengelola Perikanan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

Permen KP No.18/Permen-KP/2014 Tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

Permen KP No.31/Permen-KP/2020 Tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi

Permen KP No. 71/Permen-KP/2016 Tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan di WPPNRI.

Kepmen KP No. 19/2022. Tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan Yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia

2. Publikasi Ilmiah

- FAO. 1997. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. **4**: Fisheries Management. FAO, Rome. 82pp.
- Nikjuluw, VPH. 2002. Rezim Pengelolaan Sumberdaya Perikanan. Penerbit: Pusat Pembedayaan dan Pengembangan Regional (P3R) dan Pustaka Cidesindo. Jakarta. 254p.
- Pomeroy, R. S. 2000. Key Conditions and Principles for Successful Fisheries Co-management. Coastal and Marine Projects, Biological Resource Program. World Resource Institute. 23p.
- Pomeroy, R. S. and F. Berkes. 1997. Two to Tango: The Role of Government in Fisheries Co-management. *Marine Policy*, 21(5):465-480.
- Pomeroy, R. S, and M. J. Williams. 1994. Fisheries Co-Management and Small-scale Fisheries: A policy Brief. Fisheries Co-management Project, ICLARM, 15p.



RISET, MONITORING DAN EVALUASI BAGI KEBERLANJUTAN KONEKTIVITAS KAWASAN KONSERVASI DAN SUMBER DAYA IKAN

Johannes M.S. Tetelepta, Frederik W. Ayal, Yuliana Natan,
Prulley A. Uneputty

PENDAHULUAN

Ekosistem laut adalah ekosistem yang sangat variatif, baik dalam tipe maupun secara geografis. Ekosistem ini mencakup samudra, laut, daerah rawa asin (*salt marshes*), daerah pasang surut, estuari, laguna, mangrove, terumbu karang, laut dalam, dan dasar samudra (Kaiser dan Roumasset, 2002). Ekosistem ini meliputi 70% dari permukaan bumi dan memegang peranan penting bagi kesejahteraan umat manusia dalam menyediakan keuntungan-keuntungan, baik secara sosial, ekonomi, dan lingkungan untuk populasi manusia yang terus berkembang (OECD, 2016). Di samping menjadi sumber penting bagi pangan, pendapatan, dan pekerjaan, ekosistem laut menyediakan berbagai jasa yang sangat penting bagi kesejahteraan manusia termasuk di dalamnya perlindungan pantai, keragaman hayati laut, dan penyerapan karbon (*carbon sequestration*). Mangrove dan terumbu karang, sebagai contoh, berperan penting dalam perlindungan terhadap kejadian-kejadian cuaca buruk, sementara samudra menyerap sepertiga karbon dioksida yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia (Bijma et al., 2013).

Hal yang memprihatinkan adalah tekanan yang cukup besar terhadap ekosistem laut ini dari aktivitas manusia dan diperkirakan akan terus meningkat di waktu yang akan datang bila tidak ada upaya-upaya pelambatannya. Tekanan-tekanan ini akan saling memperkuat dan menghasilkan dampak secara kumulatif terhadap lingkungan ekosistem laut serta keanekaragaman hayatinya. Penelitian menunjukkan bahwa 60% dari ekosistem laut yang penting telah mengalami degradasi atau telah digunakan secara tidak berkelanjutan (UNEP, 2011). Dari tahun 1980-an diperkirakan ada 20% dari ekosistem mangrove di dunia telah hilang, demikian juga terumbu karang sebanyak 19% (UNDP. 2012) sebagai akibat aktivitas-aktivitas manusia yang tidak bertanggungjawab.

Sampai dengan tahun 2015, informasi mengenai kondisi dan potensi padang lamun secara menyeluruh di Indonesia belum terkelola dengan baik dalam satu sistem basis data yang mapan. Duarte et al. (2008) menyatakan bahwa penurunan luasan lamun dunia rata-rata sebesar 2% - 5% per tahun. Apabila diasumsikan bahwa selama kurun waktu 1994 - 2018 laju pertumbuhan dan laju penurunan luasan lamun adalah konstan, maka potensi luasan lamun Indonesia adalah 832 ribu ha – 1,8 juta ha. Nilai ini memiliki bias yang tinggi karena penghitungan potensi lebih banyak berdasarkan asumsi-asumsi. Secara umum persentase tutupan lamun di Indonesia yang dihitung dari 110 stasiun pengamatan adalah 42,23%. Apabila nilai tersebut digolongkan mengikuti Kepmen LH 200 Tahun 2004, maka status padang lamun di Indonesia termasuk dalam kondisi “kurang sehat” (Syafrie dkk, 2018).

Sedangkan untuk ekosistem terumbu karang, berdasarkan data kondisi terumbu karang tahun 2019 yang berasal dari 1.115 stasiun pengamatan, diketahui bahwa 390 (33,82%) stasiun ada dalam kategori buruk (*poor*), 431 stasiun (37,38%) tergolong kondisi sedang (*fair*), dan 258 (22,38%) tergolong baik (*good*), sementara 74 terumbu (6,42%) tergolong sangat baik (*excellent*). Antara tahun 1993 sampai dengan 2019 secara umum terdapat sekitar 30.85% karang memiliki lebih dari 50% penutupan karang yang berada pada kondisi baik dan sangat baik dan kondisi ini

relatif stabil walaupun ada kondisi yang berfluktuasi pada 5 tahun terakhir. Pada sisi yang lain 69.15% karang yang 50% penutupan karang pada kondisi buruk dan sedang. Secara umum kondisi ini menggambarkan kondisi kesehatan karang yang fluktuatif dengan kecenderungan menurun (Hadi, dkk., 2020).

Beberapa penjelasan singkat di atas secara umum menjelaskan bahwa kondisi ketiga ekosistem utama perairan tropis (mangrove, padang lamun, dan terumbu karang) ada pada kondisi yang tidak terlalu bagus. Pengelolaan terhadap ketiga ekosistem itu dengan demikian merupakan suatu keniscayaan. Pengelolaan melalui pendekatan konservasi dengan demikian merupakan suatu pendekatan pengelolaan yang baik.

Kawasan konservasi perairan (*Marine Protected Area*) secara umum dikenal sebagai salah satu metode yang dipakai untuk memastikan keberlanjutan fungsi ekosistem pesisir, dan oleh lembaga konservasi internasional (*World Conservation Union – International Union for Conservation Natures*) telah mengusulkan untuk melakukan konservasi sebanyak > 30% dari wilayah pesisir dunia untuk dijadikan sebagai kawasan konservasi maritim pada tahun 2030 (Briggs et al., 2018). Hal yang penting yang perlu diingat bahwa kawasan konservasi perairan tidak hanya dilihat sebagai tujuan menjaga sistem alamiah, tetapi juga harus mencakup berbagai kebutuhan manusia termasuk di dalamnya pendidikan, rekreasi, penelitian, dan kesejahteraan manusia (Kelleher dan Kenchington, 1990). Kawasan konservasi berkontribusi sangat besar bagi pengelolaan stok perikanan komersial dan perikanan rekreasi. Disebutkan bahwa kawasan konservasi akan menjadi sangat penting pada kondisi di mana stok sumber daya perikanan mengalami tekanan eksloitasi yang tinggi (Bennett dan Attwood 1991; OECD, 2016; Dalton, 2004; McClanahan et al., 2006; Balbar dan Metaxas, 2019).

PENGELOLAAN EFEKTIF TERHADAP KAWASAN KONSERVASI

Hambatan yang paling utama dalam pengelolaan sumber daya perairan secara umum dan lebih khusus kawasan konservasi perairan (MPA) adalah kurangnya monitoring dan evaluasi yang sistematis, holistik, dan bersifat praktis. Pengelolaan efektif dari kawasan konservasi perairan membutuhkan informasi umpan balik yang bersifat berkelanjutan guna mencapai tujuan pengelolaan yang ditargetkan. Badan dunia seperti IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) / WCPA (*World Commission on Protected Area* – Komisi Dunia Perlindungan Kawasan) dan WWF (*World Wildlife Fund*) secara global mengeluarkan petunjuk umum untuk pengelolaan kawasan konservasi (Pomeroy, 2004). Buku petunjuk tersebut adalah hasil uji coba dan penyeragaman aplikasi yang diterbitkan oleh IUCN, WCPA, dan WWF berupa metode efektif pengelolaan MPA (Pomeroy et al., 2005; Germano et al, 2007).

Untuk kepentingan evaluasi dan pemahaman efektivitas dari MPA maka pada tahun 2000 lembaga konservasi dunia (IUCN, WCPA, dan WWF) secara bersama-sama menginisiasi pelaksanaan *Management Effectiveness Initiative*, satu kegiatan kolaboratif untuk membuat metodologi perencanaan dan melakukan evaluasi kinerja efektivitas pembentukan MPA. Setelah 2 tahun bekerja secara partisipatif, berhasil diidentifikasi dan menjelaskan tiga indikator penting efektivitas pengelolaan MPA yaitu indikator biofisik, sosio-ekonomi, dan pemerintahan (*governance*) (Pomeroy et al., 2005).

Pengalaman pengelolaan MPA yang efektif dan terdokumentasi memperlihatkan bahwa kawasan konservasi yang efektif memiliki peran yang penting yang berpengaruh terhadap sumber daya alam yang dikonservasi dan masyarakat yang bergantung pada sumber daya tersebut dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Evaluasi terhadap pengelolaan yang efektif telah dilakukan dan memperlihatkan peningkatan kawasan yang dilindungi dan capaian peningkatan capaian

tujuan dan sasaran yang ingin dicapai melalui proses pembelajaran, pendidikan, adaptasi.

Ekspektasi masyarakat terhadap kawasan konservasi perairan cukup tinggi sehingga efektivitas pengelolaannya harus menjadi perhatian. Akan tetapi ekspektasi yang berlebihan terhadap efektivitas kawasan konservasi perairan bisa menjadi ancaman dalam perencanaan pengelolaan MPA yang efektif (Pomeroy et al., 2005). Tabel 1. memperlihatkan indikator-indikator yang perlu diamati dalam kaitan efektivitas pengelolaan kawasan konservasi laut menurut Germano et al. (2007).

Table 1. Indikator-indikator biofisik, sosio-ekonomi, dan kelembagaan (pemerintahan) bagi efektivitas pengelolaan kawasan konservasi maritim *Sumber: Germano et al., 2007*

NO	INDIKATOR		
	BIOFISIK	SOSIO-EKONOMI	KELEMBAGAAN
1	Kelimpahan spesies komersial penting yang menjadi target	Jumlah murid usia sekolah yang terlibat dalam sekolah	Eksistensi dan kemampuan dalam menjalankan aturan
2	Ukuran dari spesies komersial penting yang menjadi target	Persepsi ketersediaan makan dari laut (<i>seafood</i>)	Alokasi administrasi kawasan perlindungan maritim
3	Tipe, tingkat, dan pengembalian dari upaya penangkapan	Persepsi produksi (<i>harvest</i>) lokal	Tingkat partisipasi <i>stakeholder</i> dan kepuasan terhadap pengelolaan MPA
4	Pemulihan dari habitat (indeks kematian, kesehatan karang, mangrove, lamun)	Persepsi nilai <i>non-market</i> dan <i>non-use</i>	Tingkat keterlibatan <i>stakeholder</i> dalam pemantauan. Pengendalian, dan penegakan aturan

NO	INDIKATOR		
	BIOFISIK	SOSIO-EKONOMI	KELEMBAGAAN
5		Sikap/cara hidup dari masyarakat	Indikator pilihan: Tingkat konflik pemanfaatan sumber daya
6		Infrastruktur dalam masyarakat dan perdagangan	
7		Distribusi pemahaman formal masyarakat	

Pengelolaan yang efektif dari MPA membutuhkan umpan balik yang bersifat berkelanjutan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Proses manajemen (pengelolaan) mencakup perencanaan, desain, evaluasi, komunikasi, dan adaptasi. Evaluasi terdiri dari melihat lagi hasil dari tindakan yang dilakukan dan memprediksi apakah tindakan yang dilakukan menghasilkan luaran yang diharapkan. Agar supaya tercapainya evaluasi yang baik maka tim pengelola harus mengembangkan pencatatan yang konsisten tindakan pengelolaan dan pendataan (Germano, 2007).

Pada awal tahun 1990-an secara global ada 338 MPA dari 1.306 yang dievaluasi secara cepat efektivitasnya. Secara kasar sepertiga dari MPA yang dievaluasi telah mencapai apa yang menjadi target pengelolaan MPA tersebut, sepertiganya lagi hanya mencapai secara parsial target pengelolaannya, dan sisanya tidak diperoleh informasi yang lengkap sehingga bisa diasumsikan tidak berhasil mencapai apa yang ditargetkan. Hasil evaluasi yang masih cukup baru untuk kawasan konservasi di Asia Tenggara di mana dari 332 KPA yang dapat dievaluasi efektivitas pengelolaannya, hanya 14% yang dikelola secara efektif, 48% efektif secara parsial, dan 38% tidak dikelola secara baik (Pomeroy et al., 2005).

KERANGKA TEORI KONEKTIVITAS KAWASAN KONSERVASI DAN SUMBER DAYA IKAN

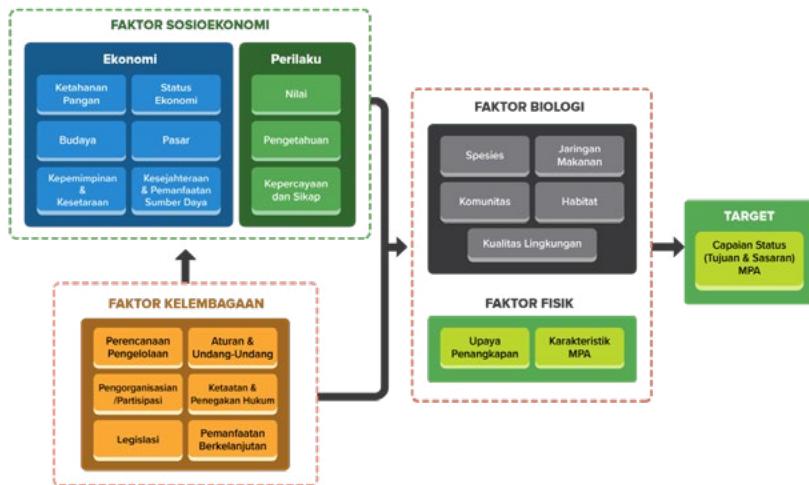
Meningkatnya tekanan pada sumber daya pesisir dan laut akhir-akhir ini, pengadopsian target konservasi internasional untuk meningkatkan luasan wilayah konservasi adalah merupakan beberapa alasan utama pentingnya kawasan konservasi maritim. Kawasan konservasi perairan (*Marine Protected Area -MPA*) secara sederhana didefinisikan sebagai sembarang wilayah perairan pantai atau lautan termasuk sumber daya yang terkandung di dalamnya, yang dikelola melalui aturan-aturan formal atau informal. MPA dapat mencakup area dengan luas kurang dari 1 km² sampai lebih dari 100.000 km² atau sering disebut MPA berskala besar (Halik et al., 2018). Pada perkembangan awalnya aspek bioekologi merupakan fokus utama dari MPA, hanya sedikit perhatian yang diberikan pada aspek sosial. Akan tetapi banyak peneliti memperlihatkan bahwa aspek sosial, ekonomi, dan kelembagaan dari masyarakat (Mascia, 2003; Schlüter et al., 2013).

Kawasan konservasi perairan memegang peranan penting dalam menjaga keanekaragaman hayati ekosistem maritim penting dan harus diperlakukan dengan baik dan kawasan ini harus memiliki jaringan konektivitas agar terjadi pertukaran individual antar populasi (Crooks dan Sanjayan, 2006; Planes et al., 2009). Konektivitas yang ada antara kawasan konservasi maritim (MPA) membantu dalam menjaga kemampuan populasi yang ada dalam keadaan kondisi kritis untuk bisa pulih (*resiliency*) dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan melalui persebaran larva (*larval dispersal*) dan pergerakan individu dewasa yang mendukung perikanan multi spesies (Lundberg dan Moberg, 2003; Botsford et al., 2009; Fernandes, et al., 2012). Pengetahuan tentang konektivitas populasi dalam kaitannya dengan sirkulasi air laut akan sangat besar pengaruhnya dalam meningkatkan tindakan pengelolaan konservasi keanekaragaman hayati. Terumbu karang mengalami ancaman demikian juga banyak populasi ikan karang (Famili Serranidae, subfamili Epinephelinae). Kondisi ini memperlihatkan bagi

kita pentingnya meningkatkan pengetahuan kita tentang proses-proses biofisik yang mengontrol koneksi dan dinamika populasi terumbu karang (D'Agostini et al., 2015; Berkstrom et al., 2022).

Koneksi ekologi mendorong atau merangsang perbaikan dan pemulihian fauna dan flora perairan laut melalui adanya penyebaran dan pergerakan organisme dan bahan-bahan antar populasi, komunitas, dan ekosistem (Balbar dan Metaxas, 2019). Pada sisi yang lain, koneksi bisa juga menyebarkan dan mendorong terjadinya perubahan spesies yang menginvasi daerah yang baru dan berdampak negatif terhadap organisme asli (*native organism*) daerah tersebut (Holopainen et al., 2016). Pergerakan dan penyebaran telur, spora, larva, dan individu dewasa antar wilayah biasanya dikenal sebagai koneksi ekologi spasial (Carr et al., 2017). Koneksi ekologi merupakan hal yang penting dalam merancang jaringan ekologi yang baik suatu MPA. Hal ini dikarenakan MPA dianggap sebagai suatu komponen penting kegiatan konservasi dan pengelolaan sumber daya ikan dan diakui sebagai pendekatan pengelolaan yang penting dalam upaya untuk mengurangi tekanan anthropogenik guna menjamin pemanfaatan sumber daya laut yang berkelanjutan (Lubchenco et al., 2003; Halpern et al., 2010).

Di seluruh dunia, kawasan konservasi perairan diharapkan bekerja di bawah pengaruh faktor-faktor biofisik, sosio-ekonomi, dan kelembagaan (pemerintah). Hubungan sebab akibat antara faktor-faktor tersebut dan pengaruh langsung dan tidak langsung akan berdampak pada kondisi kesehatan dari kawasan yang dilindungi. Bentuk interaksi dan dampak yang ditimbulkan bisa sangat kompleks. Gambar 1 secara skematis menjelaskan model konseptual hubungan antar berbagai variabel dan bagaimana hubungan-hubungan tersebut mempengaruhi MPA pencapaian tujuan dan sasaran yang ingin dicapai (Pomeroy et al., 2005). Undang-undang regulasi, sebagai contoh, mengatur pelaksanaan MPA. Jika tidak dilakukan secara baik bisa menimbulkan tindakan-tindakan pelanggaran. Pelanggaran yang tidak dikenakan sanksi berdampak negatif terhadap spesies/ekosistem yang dilindungi.



Gambar 1. Kerangka acuan model konseptual potensi kondisi yang bekerja dalam dan sekitar MPA (Sumber: Pomeroy et al., 2005).

USULAN PENELITIAN, MONITORING DAN EVALUASI

Dalam rangka membangun menjalankan pengelolaan SDI secara berkelanjutan dengan didukung oleh kawasan konservasi perairan yang dikelola secara efektif, diperlukan penelitian, *monitoring* dan evaluasi (monev) yang dirancang secara sistematis dan berdasarkan metode yang sesuai. Penelitian, *monitoring* dan evaluasi dilakukan untuk mendapat data dan bukti ilmiah di tingkat lokasi atau lapangan yang pada akhirnya digunakan dalam perumusan alternatif kebijakan pengelolaan. Kebijakan pengelolaan itu sendiri, kendati dilakukan atau diambil oleh lembaga pemerintah eksekutif dan legislatif, namun hal itu sebaiknya berdasarkan informasi sains yang utuh dan benar. Penelitian, *monitoring* dan evaluasi yang perlu dilakukan untuk membangun dan mengelola keterpaduan SDI dan kawasan konservasi ditampilkan pada Tabel 2. Indikator-indikator ini didasarkan pada informasi pada Tabel 1 (Germano et al., 2007) dan koneksi pada Gambar 1 (Pomeroy et al., 2005).

Tabel 2. Kegiatan penelitian, *monitoring* dan evaluasi yang diperlukan bagi keberlanjutan konektivitas kawasan konservasi dan sumber daya ikan.

KEGIATAN	PENE-LITIAN	MONEV	PERIODE, WAKTU PELAKSANAAN
DIMENSI BIOEKOLOGI			
Potensi SDI (MSY, TAC)	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Evaluasi berkala setidaknya setiap 2 tahun. <i>Monitoring</i> spesies penting dan ekonomis penting.
Struktur populasi spesies penting	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 2 tahun
Status dan kondisi ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan mangrove sebagai ekosistem penting dalam menunjang proses-proses biologi	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap dua tahun, atau ketika terjadi perubahan rencana pengelolaan
Konektivitas biologi antar ekosistem dan dengan sumber daya ikan komersial	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap dua tahun, atau ketika terjadi perubahan rencana pengelolaan
Variabilitas rekrutmen di dalam komunitas terutama untuk spesies fokal	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap dua tahun atau pada saat perubahan rencana penelitian
Status eksplorasi spesies fokal dan non fokal	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan; Monev setiap dua tahun
Spillover ikan dewasa dari kawasan konservasi ke daerah penangkapan ikan	✓	✓	Setiap tahun

KEGIATAN	PENE-LITIAN	MONEV	PERIODE, WAKTU PELAKSANAAN
DIMENSI BIOEKOLOGI			
Hasil tangkapan per unit usaha (<i>Catch per Unit Effort / CPUE</i>)	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan; Monev setiap dua tahun
Penangkapan sebelum matang gonad	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan; Monev setiap dua tahun
Migrasi biota (termasuk dispersi larva) di dalam dan antar ekosistem	✓	✓	Setiap tahun
DIMENSI FISIK (TEKNOLOGI)			
Metode, alat, dan teknologi penangkapan ikan	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap dua tahun.
Perubahan jumlah unit alat tangkap dan armada tangkap	✓	✓	Monev setiap dua tahun.
Pengembangan teknologi penangkapan yang ramah lingkungan	✓	✓	Dua tahun setelah penetapan sebagai kawasan konservasi (bergantung pula pada spesies penting) Selanjutnya reguler setiap tahun
Tipe, tingkat, dan kembalinya aktivitas dan upaya penangkapan	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap dua tahun.
DIMENSI SOSIO-EKONOMI			
Aturan tradisional dan adat tentang pemanfaatan SDI dan ekosistem	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 5 tahun
Peran tokoh adat (<i>indigenous leaders</i>), masyarakat, teknologi dan sistem manajemen sumber daya alam	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan.

KEGIATAN	PENE-LITIAN	MONEV	PERIODE, WAKTU PELAKSANAAN
DIMENSI SOSIO-EKONOMI			
Peran perempuan dan generasi muda	✓	✓	Monev setiap 5 tahun
Peran agama, adat, dan kepercayaan dalam pengelolaan sumber daya alam	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan.
Pola pemanfaatan sumber daya lokal	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 5 tahun
Tingkat pengetahuan masyarakat tentang dampak aktivitas manusia terhadap sumber daya	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 5 tahun
Persepsi terhadap ketersediaan makanan dari laut	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 5 tahun
Persepsi masyarakat tentang cara pemanfaatan sumber daya	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 5 tahun
Data dasar status ekonomi masyarakat pemanfaat sumber daya	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan
Evaluasi dampak pengelolaan sumber daya terhadap status dan kondisi ekonomi masyarakat	✓	✓	Setiap dua tahun.
Tingkat pendapatan, pengeluaran, dan kesejahteraan masyarakat	✓	✓	Setiap dua tahun
Struktur jenis pekerjaan/mata pencaharian masyarakat	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan

KEGIATAN	PENE-LITIAN	MONEV	PERIODE, WAKTU PELAKSANAAN
DIMENSI SOSIO-EKONOMI			
Kondisi pasar komoditas yang dihasilkan masyarakat dan distribusi keuntungan yang diperoleh	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 3 tahun
Sikap konsumen terhadap keberlanjutan sumber daya	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 3 tahun
Konflik dalam pemanfaatan sumber daya	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 3 tahun
DIMENSI KELEMBAGAAN			
Kualitas pemerintahan dalam menciptakan kondisi yang memungkinkan aturan pengelolaan, pelaporan, dan perlindungan sumber daya penting	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap 2 tahun
Legalitas menyangkut kepatuhan terhadap aturan-aturan yang telah ditetapkan	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan. Monev setiap tahun
Regulasi yang digunakan mengikuti pendekatan sistem lingkungan (<i>Ecosystem Approach for Fisheries Management</i> - EAFM) yang menjamin keberlanjutan SDI dan ekosistem		✓	Penelitian awal rencana pengelolaan; Monev setiap 2 tahun
Pelaporan yang detail tentang semua indikator (biofisik, sosio-ekonomi, teknologi, kelembagaan)		✓	Setiap tahun

KEGIATAN	PENE-LITIAN	MONEV	PERIODE, WAKTU PELAKSANAAN
DIMENSI KELEMBAGAAN			
Peran pemerintah dan lembaga non-pemerintah dalam pengelolaan SDI dan ekosistem	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan
Rencana pengelolaan mengikuti kajian ilmiah (riset)	✓	✓	Penelitian awal rencana pengelolaan; Monev setiap 2 tahun
Proporsi <i>stakeholder</i> yang dilatih dalam pengelolaan berkelanjutan		✓	Monev setiap 2 tahun
Tingkat kepuasan dan partisipasi <i>stakeholder</i> dalam proses dan aktivitas pengelolaan		✓	Monev setiap 2 tahun
Rekomendasi kebijakan di tingkat pusat, daerah, dan masyarakat (desa)		✓	Setiap dua tahun

Tabel 2 memperlihatkan cukup banyak indikator yang harus diteliti, dimonitor, dan dievaluasi agar satu kawasan konservasi perairan bisa baik pengelolaannya dan target dan tujuan yang ingin dicapai bisa terpenuhi. Minimnya pengetahuan tentang aspek penelitian dan monev menyebabkan kebanyakan MPA tidak atau minim capaiannya. Kasus Kawasan Konservasi Aru Tenggara, Maluku, (Dangeubun dkk, 2011) setelah 21 tahun pelaksanaan konservasi status kawasan, masih pada level 1 (status awal). Sampai saat ini informasi tentang status Kawasan Konservasi Aru Tenggara tidak tersedia dengan baik. Kondisi infrastruktur yang sangat minim menjadikan pengelolaan kawasan ini sangat sulit. Aksesibilitas lewat laut dari ibukota Kabupaten Kepulauan Aru (Dobo) ke

kawasan ini bisa mencapai 8 - 9 jam bahkan lebih tergantung dari jenis alat transportasi yang digunakan.

Di samping variabel-variabel (indikator) yang sudah dikemukakan pada Tabel 2, maka variabel-variabel penentu yang perlu mendapat perhatian secara khusus menyangkut riset dan monev yang menunjang keberlanjutan konektivitas kawasan konservasi dan sumber daya ikan:

- Variabel yang berhubungan dengan konektivitas spasial: dispersal dari larva, juwana, dan dewasa serta pergerakan dari nelayan (Botsford et al., 2008),
- Konektivitas ekologi sebagai kriteria utama pengelolaan kawasan konservasi, identifikasi MPA sebagai pendukung konektivitas, penentuan konektivitas secara spasial dan temporal, peningkatan pengetahuan tentang pola-pola konektivitas (Balbar dan Metaxas, 2019),
- Efisiensi dari jejaring MPA yang dapat menjamin pemulihan dari populasi secara baik melalui konektivitas ekologi (dispersi larva dan aliran bahan antar ekosistem) (Berkström et al., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan beberapa uraian yang telah dikemukakan di atas, maka bisa disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Riset, *monitoring* dan evaluasi yang meliputi indikator-indikator penentu efektivitas dan kinerja pengelolaan kawasan konservasi maritim mutlak diperlukan untuk menjamin kondisi kawasan konservasi yang sehat dan berkelanjutan,
- Kawasan-kawasan konservasi yang sehat dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk menjamin konektivitas antar kawasan yang selanjutnya berdampak pada pemulihan dan keberlanjutan sumber daya ikan yang akan menjamin keberlanjutan dimensi sosio-ekonomi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Balbar, A.C. and Metaxas, A. 2019. The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas. *Global Ecology and Conservation*. 17: 22 pp. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00569>
- Bennett, B.A. and C. G. Attwood. 1991 Evidence for recovery of a surf-zone fish assemblage following the establishment of a marine reserve on the southern coast of South Africa. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 75(2&3): 173–181
- Berkström, C., Wennerström, L. and Bergström, U. 2022. Ecological connectivity of the marine protected area network in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak: Current knowledge and management needs. *Ambio* 51: 1485-1503. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01684-x>
- Bijma, J., H.O., Pörtnera, C., Yesson, and A.D. Rogers. 2013. Climate change and the oceans – what doses the future hold? *Marine Pollution Bulletin* 74(2): 495-505
- Botsford, L.W., White, J.W., Coffroth, M.A., Paris, C.B., Planes., S, Shearer, T.L. et al. 2009. Connectivity and resilience of coral reef metapopulations in marine protected areas: matching empirical efforts to predictive needs. *Coral Reefs* 28: 327–337, doi: 07/s00338-009-0466-z PMID: 22833699
- Briggs, J., Baez, S.K., Dawson, T., Glider, B., O'Leary, B.C., Petit, J., Roberts, C.M., Rogers, A., and Villagomez, A. 2018. Recommendations to IUCN to improve Marine Protected Area Classification and Reporting.
- Carr, M.H., Robinson, S.P., Wahle, C., Davis, G., Kroll, S., Murray, S., Schumacker, E.J. and Williams, M. 2017. The central importance of ecological spatial connectivity to effective coastal marine protected areas and to meeting the challenges of climate change in the

marine environment. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 27: 6–29

Crooks, K.R. and Sanjayan, M. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature. *Connectivity conservation*, edited by Crooks K.R, Sanjayan M, pp.1–19, Cambridge University Press, Cambridge

D'Agostini, A., Gherardi, D.F.M., and Pezz, L.P. 2015. Connectivity of Marine Protected Areas and Its Relation with Total Kinetic Energy. PLoS ONE 10(10): e0139601. doi:10.1371/journal.pone.013960

Dalton, M.T. 2004. An approach for integrating economic impact analysis into the evaluation of potential marine protected area sites. *J. Environ. Manag.* 70, 333–349

Dangeubun, F.D.W., Wyriawan, B., Mustarudin dan Purbayanto, A. 2011. Efektifitas pengelolaan perikanan di kawasan konservasi Aru Tenggara. *TRITON Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 7(2): 49-60

Duarte, C.M., Dennison, W.C., Orth, R.J.W and Carruthers, T.J.B. 2008. The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. *Estuaries and Coasts: J CERF* 31:233–238 DOI 10.1007/s12237-008-9038-7

Fernandes, L., Green, A., Tanzer. J., White, A., Alino, P.M., Jompa, J., et al. 2012. Biophysical principles for designing resilient networks of marine protected areas to integrate fisheries, biodiversity and climate change objectives in the Coral Triangle. Report prepared by The Nature Conservancy for the Coral Triangle Support Partnership, 152 pp

Germano, B.P., Cesar, S.A. and Ricci, G. 2007. Enhancing management effectiveness of marine protected areas. A guidebook for monitoring and evaluation. Institute of Tropical Ecology, Leyte State University, Visca, Baybay, Leyte 6521-A, Philippines

Hadi, T.A. Abrar, M., Giyanto, Prayudha, B., Johan, O., Budiyanto, A., Dzumalek, A.R., Alifatri, L.A., Sulha, S. dan Suharsono. 2020.

The status of Indonesia coral reefs 2019. RESEARCH CENTER FOR OCEANOGRAPHY (RCO) Coral Reef Rehabilitation and Management Program Coral Triangle Initiative (COREMAP – CTI)

Halpern, B.S., Lester, S.E. and McLeod, K.L. 2010. Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 18312–18317

Holopainen, R., M. Lehtiniemi, H.E.M. Meier, J. Albertsson, E. Gorokhova, J. Kotta, and M. Viitasalo. 2016. Impacts of changing climate on the non-indigenous invertebrates in the northern Baltic Sea by end of the twenty-first century. *Biological Invasions* 18: 3015–3032.

IUCN, 1992. Caracas action plan. In Plenary Session and Symposium Papers of the IVth World Congress on National Parks and Protected Areas, Caracas, Venezuela. Gland, Switzerland; World Conservation Union (IUCN): 301–310

Kaiser, B. and J. Roumasset 2002. “Valuing indirect ecosystem services: The case of tropical watersheds”, *Environment and Development Economics*, 4: 701-714, Cambridge University Press, Cambridge.

Lubchenco, J., S.R. Palumbi, S.D. Gaines, and S. Andelman. 2003. Plugging a hole in the ocean: The emerging science of marine reserves. *Ecological Applications* 13: 3–7

Lundberg, J. and Moberg, F. 2003. Mobile Link Organisms and Ecosystem Functioning: Implications for Ecosystem Resilience and Management. *Ecosystems* 6: 87–98, doi: 10.1007/s10021-002-0150-4

Mascia, M.B. 2003. The human dimension of coral reef marine protected areas: Recent social science research and its policy implications. *Conserv. Biol.* 17: 630–632. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01454.x>

McClanahan, T.R., Marnane, M.J., Cinner, J.E., and Kiene, W.E. 2006. A comparison of marine protected areas and alternative approaches to coral-reef management. *Curr. Biol.* 16: 1408–1413.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. 2016. Marine Protected Areas – Economic, Management and Effective Policy Mixes.

Planes, S., Jones, G.P., and Thorrold S.R. 2009. Larval dispersal connects fish populations in a network of marine protected areas. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106(14): 5693–5697. doi: 10.1073/pnas.0808007106 PMID: 19307588

Pomeroy, R.S., Watson, L.M., Parks., J.E. and Gonzalo Cid, G.A. 2005. How is our MPA doing. A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. Ocean & Coastal Management. 48:485-502

Schlüter, A., Wise, S., Schwerdtner Mánez, K., de Morais, G.W., and Glaser, M. 2013. Institutional change, sustainability and the sea. Sustainability 5: 5373–5390.

Sjafrie, N.D.M., Hernawan, U.E., Prayudha, B., Supriyadi, I.H., Iswari, M.Y., Rahmat, Anggraini, K., Rahmawati, S. dan Suyarso. 2018. Status padang lamun Indonesia 2018. Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

UNDP – United Nation Development Programme. 2012. Catalysing Ocean Finance Volume I Transforming Markets to Restore and Protect the Global Ocean, United Nations Development Programme, New York.

UNEP – United Nation Environmental Programme. 2011. Towards a Green Economy: pathways to sustainable development and poverty eradication (a synthesis for policy makers), United Nations Environment Programme, Nairobi.



SUMBER DAYA MANUSIA UNTUK PENGELOLAAN TERPADU KAWASAN KONSERVASI DAN SUMBER DAYA IKAN

Mintje Wawo, Debby A.J. Selanno, Novianty C. Tuhumury,
Jesaya A. Pattikawa, James Abrahamsz

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia menargetkan kawasan konservasi seluas 32,5 juta hektare atau sebesar 10% dari luas Perairan Indonesia pada tahun 2030. Target ini sesuai dengan komitmen global Konvensi Keanekaragaman Hayati Dunia (*Convention on Biological Diversity/CBD*)-*Aichi Target 11* dan *Sustainable Development Goal 14*. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2020-2024 menargetkan penambahan luas kawasan menjadi 26,9 juta hektare pada tahun 2024. Secara khusus diharapkan pada tahun 2024, seluas 20 juta hektare kawasan konservasi dikelola dan dimanfaatkan secara berkelanjutan (Keputusan DirJen PRL No.28/KEP-DJPRL/2020).

Luasan kawasan konservasi terus berkembang dalam 12 tahun terakhir. Pada tahun 2006 Indonesia baru mempunyai 7 juta hektare kawasan konservasi dan tahun 2019 sudah mempunyai 23,14 juta hektare. Capaian kawasan konservasi ini sudah memenuhi 7,12% dari target 10% luas perairan Indonesia. Jumlah kawasan konservasi adalah 196 kawasan terdiri dari 166 kawasan dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, sementara 30 kawasan dikelola oleh Kementerian

Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Untuk 166 kawasan konservasi yang dikelola oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, kewenangan pengelolaan dibagi menjadi 10 kawasan konservasi yang dikelola oleh Pemerintah Pusat seluas 5,34 juta hektare dan 156 kawasan konservasi yang dikelola oleh Pemerintah Provinsi seluas 13,17 juta hektare (Keputusan DirJen PRL No.28/KEP-DJPRL/2020).

Komitmen pencapaian penambahan luas kawasan konservasi pada dasarnya harus diikuti dengan upaya-upaya pengelolaan yang efektif sehingga segala potensi sumber daya kawasan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Membentuk suatu kawasan konservasi memang membutuhkan waktu yang panjang, biaya yang mahal, dan sumber daya manusia yang mumpuni. Namun demikian, persoalan atau tantangan lain yaitu bagaimana meningkatkan efektivitas dan kinerja setiap kawasan yang secara resmi dibangun. Di banyak tempat, kawasan konservasi memang secara resmi dibentuk namun dibiarkan tanpa pengelolaan yang berarti, alias hanya sekedar *paper park*. Hal ini terjadi karena kekurangan sumber daya manusia pada berbagai tingkatan yang terkait implementasi dan operasional kawasan konservasi. Bila sumber daya manusia yang mumpuni tersedia, mereka akan mampu mengembangkan dan melakukan perencanaan kawasan konservasi sehingga menjadi efektif dan berguna. Dengan kata lain, kehadiran sumber daya manusia yang mengelola kawasan konservasi begitu penting. Karena upaya-upaya pengelolaan kawasan konservasi secara efektif harus didukung juga oleh sumber daya manusia yang kompeten pada bidangnya.

Sumber Daya Manusia (SDM) adalah sangat beragam dan berbeda-beda karena ditinjau dari sudut pandangnya masing-masing. Namun pada hakikatnya pengertian sumber daya manusia secara umum dibagi menjadi dua yaitu sumber daya manusia secara makro dan sumber daya manusia secara mikro. Sumber daya manusia makro adalah jumlah penduduk di usia produktif yang ada di sebuah negara, sedangkan sumber daya manusia mikro lebih kecil cakupannya yaitu hanya sebatas individu yang bekerja pada sebuah institusi (Irianingsih,

2019). Menurut Ermaya dalam Irianingsih (2019), pengertian sumber daya manusia merupakan faktor pertama dan utama dalam setiap proses pembangunan. Dalam pembangunan, sumber daya manusia memiliki peran ganda yaitu sebagai subjek sekaligus objek dari aktivitas pembangunan yang dijalankan. Jadi secanggih apa-pun sistem yang dilakukan dalam sebuah pembangunan namun tidak terdapat sumber daya manusia di dalamnya maka tidak akan bisa terselesaikan dengan baik karena manusia merupakan faktor utama dan pertama.

SUMBER DAYA MANUSIA DALAM PENGELOLAAN KAWASAN KONSERVASI

Pengelolaan kawasan konservasi merupakan upaya panjang dan terus-menerus dalam melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan sumber daya agar tetap berkelanjutan pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, kawasan konservasi yang dikelola secara berkelanjutan seluas 20 juta hektare menjadi mandat Kementerian Kelautan dan Perikanan. Hingga 2021, kawasan konservasi di Indonesia mencakup 28,4 juta hektare dan 12,5 juta hektare di antaranya telah ditetapkan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan. Kawasan konservasi yang telah ditetapkan Menteri, dievaluasi pengelolaannya setiap tahun dengan mengacu kepada Keputusan Dirjen PRL Nomor 28 Tahun 2020. Kementerian Kelautan dan Perikanan bersama Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Keuangan, perguruan tinggi, serta lembaga swadaya masyarakat yang bergerak di bidang konservasi telah mengevaluasi pengelolaan 61 kawasan konservasi seluas 12,5 juta hektare yang telah ditetapkan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan di 23 provinsi yang dikelola baik oleh Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah. Evaluasi dilakukan dengan menilai seberapa besar input pengelolaan yang diberikan, bagaimana proses pengelolaan dilakukan, apa saja *output* dan *outcome* yang dihasilkan. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan,

diperoleh hasil bahwa 24 kawasan konservasi (39%) berstatus “Dikelola Optimum” dan 37 kawasan konservasi (61%) berstatus “Dikelola Minimum”. Hasil tersebut diketahui bahwa pengelolaan kawasan konservasi masih menghadapi beberapa tantangan, di antaranya jumlah dan kapasitas sumber daya manusia pengelola, kebutuhan anggaran, dan sarana prasarana yang dibutuhkan dalam pengelolaan. Penyelesaian tantangan tersebut membutuhkan kerja sama berbagai pihak, baik itu antar pemerintah, swasta, lembaga swadaya masyarakat, dan masyarakat (Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, 2021). Berdasarkan Laporan Penilaian Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Tahun 2021 tersebut, ditemukan kebutuhan akan sumber daya manusia yang kompeten dalam pengelolaan kawasan konservasi.

Pemerintah provinsi mempunyai kewenangan dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan konservasi perairan. Masing-masing provinsi, sesuai kewenangan yang diamanatkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang pemerintahan daerah diberikan kewenangan melaksanakan fungsi pengelolaan yang utama. Unit organisasi pengelola idealnya merupakan lembaga yang ditunjuk dan ditetapkan untuk bertanggung jawab dalam pengelolaan kawasan konservasi. Dalam pelaksanaan tanggung jawab tersebut, unit organisasi pengelola dapat bermitra dengan *stakeholders* dalam rangka mencapai tujuan pengelolaan yang efektif.

Berdasarkan Permen KP No. 31 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kawasan Konservasi, wewenang pengelolaan KKP ada pada Menteri atau Gubernur, dan dilaksanakan oleh Satuan Unit Organisasi Pengelola (SUOP). SUOP bertugas untuk merancang dan melaksanakan rencana pengelolaan kawasan konservasi. SUOP dapat terdiri dari unit pelaksana pusat, organisasi perangkat daerah, unit pelaksana daerah, atau cabang dinas.

Direktur Jenderal Pengelolaan Ruang Laut telah menerbitkan keputusan

No.28/KEP-DJPRL/2020 tanggal 7 September 2020 tentang Pedoman Teknis Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi, yang disebut dengan Pedoman EVIKA. Dengan ditetapkannya Keputusan Direktur Jenderal ini maka Keputusan Direktur Jenderal Kelautan Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil Nomor 44/KEP/2012 tentang Pedoman Teknis Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (E-KKP3K) dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Aspek penilaian efektivitas pengelolaan kawasan konservasi meliputi tata kelola, sumber daya kawasan, target konservasi, sosial, ekonomi, dan budaya. Keseluruhan aspek tersebut diterjemahkan/diturunkan menjadi indikator-indikator untuk mengukur efektivitas pengelolaan pada kriteria *input*, proses, *output*, dan *outcome*. Evaluasi efektivitas ini telah mempertimbangkan peran dan tanggung jawab masing-masing pemangku kepentingan, sehingga tidak hanya menjadi tanggung jawab Satuan Unit Organisasi Pengelola (SUOP). Adapun kriteria dan indikator yang diukur dalam evaluasi ini dapat dilihat di tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kriteria dan Indikator dalam Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi (EVIKA)

KRITERIA	INDIKATOR
<i>Input</i>	Status Kawasan Rencana Zonasi Rencana Pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) Anggaran Sarana dan Prasarana
Proses	Standar Operasional Prosedur (SOP) Pengelolaan Pengawasan Penjangkauan (<i>Outreach</i>) Kemitraan Pemantauan Sumber Daya Kawasan Pengelolaan Sarana dan Prasarana Perizinan Pemberdayaan Masyarakat

KRITERIA	INDIKATOR
Output	Pemanfaatan Terkendali Ancaman Tingkat Kepatuhan Pengetahuan Masyarakat Pemberdayaan Masyarakat Data dan Informasi
Outcome	Kondisi Target Konservasi Kondisi Zona Inti Kondisi Sosial Ekonomi Partisipasi Masyarakat

Untuk setiap indikator tersebut, disusun sejumlah pertanyaan-pertanyaan dengan jawaban-jawaban yang telah diberi skor, bobot dan nilai. Untuk indikator SDM yang termasuk dalam kriteria *Input*, ada 3 hal penting yang ditanyakan, yaitu:

1. Apakah telah ada formasi SDM dalam pengelolaan kawasan konservasi untuk fungsi-fungsi:
 - *Monitoring* biofisik
 - *Monitoring* sosial ekonomi
 - Pelayanan, kemitraan dan jejaring
 - Pengawasan
 - Penyadartahuan dan pendampingan masyarakat
 - Administrasi perkantoran
2. Apakah jumlah SDM minimum yang dialokasikan untuk setiap fungsi pengelolaan tersebut sudah tersedia?
3. Apakah masing-masing SDM untuk setiap fungsi tersebut sudah memiliki kompetensi utama untuk menjalankan fungsi-fungsi pengelolaan?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut menjadi panduan bagi SUOP dalam menyediakan SDM yang dibutuhkan untuk mengelola kawasan konservasi. Dengan demikian, penting bagi suatu kawasan konservasi untuk memiliki ke-6 fungsi tersebut, baik dari sisi ketersediaan, jumlah dan kompetensinya. Jika formasi SDM untuk fungsi-fungsi tersebut tersedia dan jumlahnya lebih dari 1 petugas dengan kompetensi melebihi dari tingkat dasar, maka skor, bobot dan nilainya akan menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan BPSDMKP (2012), 14 kompetensi inti diidentifikasi sebagai hal yang penting dalam rangka pelaksanaan pengelolaan KKP yang efektif di Indonesia, sebagai suatu produk kerja yang dilaksanakan oleh Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan (KKJI) yang berada di bawah Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (KP3K), Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Ke-14 kompetensi tersebut diuraikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. 14 Kompetensi Inti yang diidentifikasi (Sumber: BPSDMKP, 2012)

NO.	BAHASA INDONESIA	BAHASA INGGRIS
1	Perencanaan Pengelolaan	<i>Management Planning</i>
2	Ilmu Kelautan	<i>Marine Science</i>
3	Pelibatan Masyarakat	<i>Community Engagement</i>
4	Penyadaran Masyarakat & Komunikasi	<i>Public Awareness and Communication</i>
5	Hukum & Kebijakan Pengelolaan KKP	<i>Law and Policy Management MPA</i>
6	<i>Monitoring, Kontrol & Pengawasan</i>	<i>Monitoring, Control, and Surveillance (Enforcement)</i>

NO.	BAHASA INDONESIA	BAHASA INGGRIS
7	Operasional Pengelolaan Kawasan	<i>Operational Area Management</i>
8	Teknologi Informasi	<i>Information Technology</i>
9	Pengelolaan Sumber Daya Manusia	Human Resource Management
10	<i>Monitoring & Penilaian Efektivitas Pengelolaan</i>	<i>Monitoring and Management Effectiveness Assessment</i>
11	Ko-manajemen	<i>Co-management</i>
12	Administrasi & Pengelolaan Keuangan	<i>Administration and Financial Management</i>
13	Pemanfaatan Sumber Daya untuk kegiatan ekonomi	<i>Resource Utilization for Economic Activity</i>
14	Kelembagaan	<i>Institutional Development</i>

Selain kompetensi inti, diuraikan juga posisi-posisi penting yang dianggap perlu bagi berfungsinya Unit Pelaksana Teknis (UPT) KKP secara efektif, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Posisi-posisi penting yang diperlukan bagi pengelolaan KKP yang efektif (Sumber: BPSDMKP, 2012)

POSISI		KODE	TOTAL JUMLAH ORANG
A.	Kepala KKLD/Manager KKLD/UPT <i>(Head of Technical Implementation Unit)</i>	MK	1 org
B.	Kepala Seksi <i>(Head of Section)</i>	KS	3 org

POSI		KODE	TOTAL JUMLAH ORANG
C.	Tenaga pelaksana/ <i>Executive functions</i>		50 org
	C.1.	Ahli Penyuluhan (<i>Outreach Specialist</i>)	OS
	C.2.	Ahli Perencanaan (<i>Planning Specialist</i>)	PS
	C.3.	Ahli Ilmu Kelautan (<i>Marine Science Specialist</i>)	SS
	C.4.	Ahli Mata Pencarian Alternatif (<i>Alternative Livelihood Specialist</i>)	AS
	C.5.	Pengawas Perikanan (<i>Ranger Officer</i>)	RO
	C.6.	Petugas Penyuluhan (<i>Outreach Officer</i>)	OO
	C.7.	Petugas Monitoring (<i>Monitoring Officer</i>)	MO
	C.8.	Tenaga Administrasi (<i>Administration</i>)	AD

Selain itu, Kementerian Kelautan dan Perikanan juga menerbitkan Permen KP No. 9 Tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Kerja Khusus (disingkat SK3) Perencanaan Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan yang dimaksudkan sebagai acuan bagi pengembangan dan penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan berbasis kompetensi kerja pada bidang pengelolaan konservasi perairan. SK3 ini terdiri atas terdiri atas dua komponen besar, yaitu:

1. Unit-unit kompetensi dasar yang harus dimiliki oleh setiap personil pada lembaga pengelola Kawasan Konservasi Perairan;
2. Unit-unit kompetensi terkait teknis penyusunan dokumen rencana pengelolaan.

Komponen pertama terdiri atas 6 (enam) unit kompetensi, yaitu:

1. Menjelaskan prinsip-prinsip dasar pengelolaan kawasan konservasi perairan;
2. Beberapa proses dan interaksi penting pada ekosistem pesisir dan laut;
3. Menjelaskan prinsip-prinsip kegiatan pendidikan untuk pengelolaan kawasan konservasi perairan;
4. Menjelaskan prinsip-prinsip kegiatan penerapan hukum untuk pengelolaan kawasan konsevasi perairan;
5. Menjelaskan prinsip-prinsip kegiatan perikanan berkelanjutan di kawasan konservasi perairan; dan
6. Menjelaskan prinsip-prinsip kegiatan pariwisata di kawasan konservasi perairan.

Unit kompetensi Nomor 1 dan 2 merupakan kompetensi yang sangat mendasar (prinsip) karena mencakup pengetahuan tentang karakteristik sumber daya ikan dan lingkungan dan perspektif serta sikap yang dibutuhkan jika pemanfaatannya diharapkan berkelanjutan. Unit kompetensi Nomor 3 dan 4 merupakan kompetensi dasar untuk menangani perilaku masyarakat karena pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan pada prinsipnya adalah mengelola faktor manusia. Unit kompetensi Nomor 5 dan 6 merupakan kompetensi dasar untuk mengendalikan dua jenis kegiatan yang paling populer terjadi di Kawasan Konservasi Perairan.

Komponen kedua terdiri atas 6 unit kompetensi lain, yaitu:

1. Melakukan kegiatan persiapan awal perencanaan;
2. Merumuskan masalah yang akan ditangani;
3. Menyusun strategi pengelolaan;

4. Membuat konsep rencana pemantauan Kawasan Konservasi Perairan;
5. Membuat konsep rencana pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan yang efektif; dan
6. Membuat draft dokumen rencana pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan.

Unit kompetensi Nomor 4 disertakan mengingat sebuah rencana yang efektif tidak hanya memuat sejumlah strategi yang akan dilaksanakan, tetapi juga rencana pemantauan terhadap indikator-indikator yang dipakai untuk mengukur keberhasilan dan manfaat dari pengelolaan.

SK3 Perencanaan Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan ini disusun dengan merujuk pada fungsi-fungsi dalam peta kompetensi yang diperlukan untuk menyelenggarakan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir, dan pulau-pulau kecil. Peta kompetensi tersebut memuat 16 (enambelas) tujuan fungsi (*organizational key purposes*), yaitu:

1. Memiliki sumber daya manusia yang memiliki sikap kerja positif, mampu berkomunikasi baik, berperilaku baik dan tanggap terhadap keselamatan jiwa dan keamanan lingkungan serta pengetahuan dasar pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
2. Menyiapkan dukungan keuangan, sumber daya dan aset untuk mendukung kelancaran kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
3. Menyiapkan sumber daya manusia untuk mendukung kelancaran kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.

4. Mengembangkan kapasitas sumber daya manusia untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
5. Melakukan komunikasi formal dan informal di antara Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan berbagai pihak untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
6. Menyiapkan peralatan untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
7. Melakukan pengembangan dan pengelolaan proyek dalam rangka mendukung pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
8. Melaksanakan kegiatan lapangan dalam rangka mewujudkan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
9. Menyediakan informasi tentang kondisi sumber daya alam untuk keperluan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
10. Menerapkan praktik-praktik strategi konservasi dalam rangka mewujudkan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil yang efektif.
11. Menyediakan informasi tentang kondisi sosial ekonomi masyarakat di dalam dan di sekitar kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil untuk keperluan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
12. Mewujudkan manfaat kawasan konservasi perairan bagi masyarakat melalui kegiatan-kegiatan produktif mereka yang berkelanjutan dalam rangka mendukung pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.

13. Mengelola kegiatan-kegiatan pengembangan kebijakan dan perencanaan terkait dengan kegiatan pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil.
14. Menyediakan infrastruktur fisik yang handal untuk mendukung terwujudnya pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil yang efektif.
15. Meningkatkan kepatuhan masyarakat terhadap kebijakan dan peraturan untuk mewujudkan pengelolaan yang efektif.
16. Mewujudkan manfaat kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil untuk kegiatan non-ekstraktif untuk mendukung pengelolaan kawasan konservasi perairan, pesisir dan pulau-pulau kecil yang berkelanjutan.

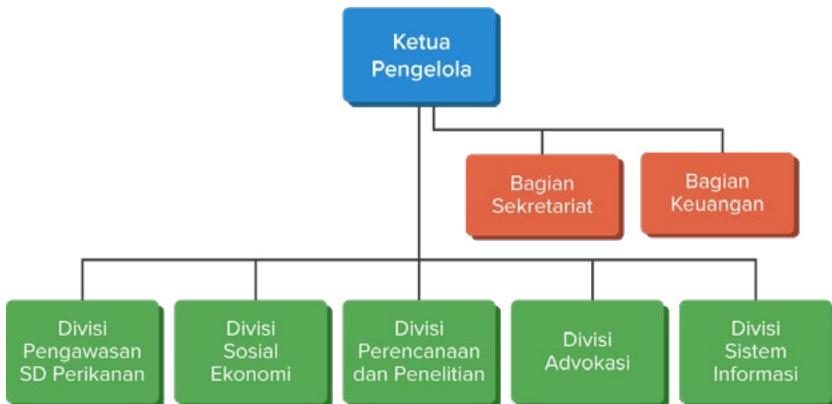
KONDISI KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN DI PROVINSI MALUKU

Provinsi Maluku memiliki luas 712.479 km² di mana 92,39% wilayahnya (658.294 km²) merupakan luas wilayah perairan. Mengikuti arahan Peraturan Pemerintah RI Nomor 32 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Laut, Pasal 10, salah satu strategi perlindungan, pelestarian, pemeliharaan, dan pemanfaatan fungsi lingkungan laut dalam pemenuhan Kebijakan Pengembangan Kawasan Konservasi adalah menetapkan kawasan konservasi untuk mendukung komitmen internasional paling sedikit 10% dari luas wilayah perairan dan wilayah yurisdiksi. Sesuai dengan arahan ini, Provinsi Maluku dalam mengisi rencana pembangunan wilayahnya yang berbasis Gugus Pulau, dan menjawab Misi 3 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) 2019-2024 (Pengelolaan Sumber Daya Alam yang Berkelanjutan), berkomitmen menyumbang 5 % atau 1 juta hektare Kawasan Konservasi Perairan (KKP) dan Kawasan Konservasi Perairan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K) dari Target Nasional sampai tahun 2020 seluas 20 juta hektare. Sesuai kewenangannya, KKP/KKP3K di

Provinsi Maluku dikelompokkan menjadi dua, masing-masing yang dikelola secara nasional dan dikelola oleh Provinsi. KKP/KKP3K yang dikelola oleh Pusat seluas 116.500 ha, masing-masing: Suaka Alam Perairan (SAP) Aru Bagian Tenggara (114.000 ha), dan Taman Wisata Perairan (TWP) Laut Banda (2.500 ha). Sedangkan, KKP/KKP3K yang dikelola oleh Provinsi sebanyak sembilan kawasan dengan total luas 1.351.897,69 ha (Abrahamsz & Pieterz, 2021).

Dengan mengacu kepada Pedoman EVIKA, kewenangan Pemerintah Provinsi Maluku berdasarkan undang–undang yang ditetapkan dan kondisi yang ada di KKP Provinsi Maluku, maka *best practice* dalam menentukan sumber daya masyarakat yang diperlukan dalam suatu kawasan konservasi, mengacu pada Keputusan Gubernur Maluku No. 664 Tahun 2022 Tentang Pembentukan Satuan Unit Organisasi Pengelola Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Pulau Kei Kecil, Pulau-pulau dan Perairan Sekitarnya di Kabupaten Maluku Tenggara Provinsi Maluku. Hal yang sama juga dilakukan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh. Berdasarkan Peraturan Gubernur Aceh No.4 Tahun 2021 Tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Tugas, Fungsi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengelola Kawasan Konservasi Perairan Daerah Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh.

Berdasarkan Struktur (Gambar 1), Keanggotaan (Tabel 4) dan Penjabaran Tugas Lembaga Pengelola Kawasan Konservasi KKP3K-Pesisir Barat Kei Kecil (Tabel 5), maka dapat dipastikan tipe SDM yang diperlukan dalam mengelola suatu kawasan konservasi. Adapun luasan kawasan konservasi di GP VIII (Kabupaten Maluku Tenggara) sebesar 150.000 Ha, dengan status sebagai Taman Pulau Kecil. Status ini berdasarkan Surat Keputusan Bupati No. 162 Tahun 2012 tentang Taman Pulau Kecil dan Kepmen KP No. 6 Tahun 2016 tentang Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Pulau Kei Kecil, Pulau-pulau dan Perairan sekitarnya di Kabupaten Maluku Tenggara, Provinsi Maluku (Abrahamsz & Pieterz, 2021).



Gambar 1. Struktur Lembaga Pengelola Kawasan Konservasi

Tabel 4. Keanggotaan Lembaga Pengelola Kawasan Konservasi

NO.	JABATAN	PIMPINAN
1.	Ketua Pengelola	Kepala Cabang Dinas Gugus Pulau VIII
2	Bagian Sekretariat	Kepala Sub Bagian Umum Sekretariat Dinas Perikanan Maluku Tenggara
3	Bagian Keuangan	Kepala Tata Usaha Cabang Dinas Gugus Pulau VIII
4	Divisi Pengawasan dan Penegakan Hukum	Pangkalan Pengawasan Sumber Daya Keluatan dan Perikanan (PSDKP) Tual Kepala Kesatuan Kepolisian Perairan Kepolisian Resor Maluku Tenggara Tokoh adat pemilik wilayah petuanan di dalam kawasan
5	Divisi Penelitian dan Pendidikan	Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan, Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Maluku Tenggara Kepala Bidang Pendidikan Dasar Dinas Pendidikan Kabupaten Maluku Tenggara Pembantu Direktur (Pudir) I Politeknik Perikanan Negeri Tual Pudir I STIA Langgur Pudir I STIS Mutiara WWF

NO.	JABATAN	PIMPINAN
6	Divisi Ekonomi dan Sosial Budaya	<p>Kepala Bidang (Kabid) Perikanan Tangkap Dinas Perikanan Kabupaten Maluku Tenggara</p> <p>Kabid Destinasi Dinas Pariwisata Kabupaten Maluku Tenggara</p> <p>Kabid Usaha Mikro Dinas Koperasi Kabupaten Maluku Tenggara</p> <p>Pemerintah Ohoi di dalam kawasan Ohoililir, Ngilngof</p> <p>Tokoh masyarakat</p> <p>Tokoh agama (Wakil Uskup perwakilan Kei Kecil, Ketua klasis GPM Kei Kecil dan Kota Tual, Sekretaris MUI Maluku Tenggara)</p>
7	Divisi Advokasi dan Kerjasama	Kepala Bagian Hukum Sekretariat Daerah Kabupaten Maluku Tenggara
8	Divisi Sistem Data dan Informasi	<p>Petugas Statistik Perikanan Cabang Dinas</p> <p>Petugas Statistik Perikanan Kabupaten WWF</p>

Tabel 5. Penjabaran Tugas Lembaga Pengelola Kawasan Konservasi

NO.	JABATAN	TUGAS
1	Ketua Pengelola	<p>Menyusun strategi pengembangan pengelolaan kawasan konservasi perairan,</p> <p>Melakukan pemantauan dan evaluasi kerja setiap divisi,</p> <p>Memimpin pelaksanaan bidang kesekretariatan dan bidang keuangan,</p> <p>Menyusun laporan kinerja tahunan pengelolaan kawasan konservasi.</p>
2	Bagian Sekretariat	<p>Menyiapkan bahan perumusan teknis, pengkoordinasian penyelenggaraan tugas secara terpadu untuk pelayanan administrasi, perencanaan dan pelaksanaan program,</p> <p>Melakukan pengkoordinasian tugas secara terpadu untuk pelayanan keuangan.</p>

NO.	JABATAN	TUGAS
3	Bagian Keuangan	<p>Menyiapkan dokumen teknis dalam pelayanan administrasi keuangan,</p> <p>Mengelola administrasi keuangan.</p>
4	Divisi Pengawasan dan Penegakan Hukum	<p>Melakukan pengawasan kepatuhan terhadap regulasi pemanfaatan sumber daya perikanan,</p> <p>Melakukan penegakan hukum terhadap pelanggaran regulasi.</p>
5	Divisi Penelitian dan Pendidikan	<p>Melakukan <i>monitoring</i> dan pengumpulan data informasi ekosistem perairan,</p> <p>Menyusun revisi rencana pengelolaan dan zonasi kawasan konservasi,</p> <p>Menyelenggarakan program pendidikan lingkungan hidup dan konservasi.</p>
6	Divisi Ekonomi dan Sosial Budaya	<p>Melakukan survei masyarakat berbasis ekonomi dan sosial budaya,</p> <p>Memfasilitasi pengumpulan informasi sosial ekonomi dan kependudukan,</p> <p>Melakukan analisa ekonomi pemanfaatan sumber daya di dalam kawasan,</p> <p>Melakukan evaluasi etnografi dan peninggalan budaya,</p> <p>Mendukung revitalisasi kearifan lokal masyarakat adat pesisir.</p>
7	Divisi Advokasi dan Kerja sama	<p>Melakukan advokasi dalam pengelolaan kawasan konservasi,</p> <p>Melakukan sosialisasi regulasi pengelolaan kawasan konservasi,</p> <p>Mengkaji dan menjalin kerja sama dengan pihak terkait.</p>
8	Divisi Sistem Data dan Informasi	<p>Membangun sistem data dan informasi pengelolaan kawasan konservasi berbasis IT,</p> <p>Mengelola sistem data dan informasi serta distribusinya ke pihak terkait,</p> <p>Menyediakan materi komunikasi dan informasi pengelolaan kawasan,</p> <p>Melakukan pemutakhiran data EVIKA.</p>

Best practice yang berikut adalah mengacu pada Keputusan Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku No. 061/1366/16K tanggal 2 Juni 2021 tentang Pembentukan Forum Lembaga Swadaya Masyarakat Mitra Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku. Pemerintah membutuhkan adanya peningkatan kualitas dan potensi sumber daya kelautan dan perikanan melalui pengelolaan kawasan-kawasan konservasi perairan dan sinergi serta kolaborasi antar forum. Melalui keputusan tersebut dibutuhkan SDM yang kompeten dalam setiap divisi seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Forum Lembaga Swadaya Masyarakat Mitra Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku

NO	NAMA JABATAN	KEDUDUKAN
1	Kepala DKP Maluku	Penasihat
2	Kepala Bidang PRL DKP Maluku	Pembina
3	Kepala Bidang Perikanan Tangkap DKP Maluku	Pembina
4	Kepala Bidang Budidaya & P2HP DKP Maluku	Pembina
5	Kepala Bidang Pengawasan SDKP DKP Maluku	Pembina
6	Yayasan WWF Indonesia	Ketua
7	Coral Triangle Center (CTC)	Sekretaris
8	LPPM	Bendahara
9	Konservasi Indonesia	Divisi Konservasi
10	Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN)	Divisi Konservasi
11	Burung Indonesia	Divisi Konservasi
12	MDPI	Divisi Perikanan
13	UNDP Program ATSEA-2 Indonesia	Divisi Perikanan
14	Marine Stewardship Council (MSC) Indonesia	Divisi Perikanan
15	Yayasan EcoNusa	Divisi Pariwisata
16	Mollucas Coastal Care (MCC)	Divisi Pariwisata
17	Yayasan Baileo Maluku	Divisi Kearifan Lokal
18	ILMMA	Divisi Kearifan Lokal

Selanjutnya *best practice* berbasis pada Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) adalah Peraturan Gubernur Maluku Utara No.37 Tahun 2019 tanggal 7 November 2019 tentang Pembentukan, Kedudukan dan Susunan Organisasi UPTD pada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara (Perubahan atas Peraturan Gubernur No. 45 Tahun 2017). Dengan Peraturan Gubernur ini dibentuk 8 (delapan) UPTD pada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara, salah satunya adalah UPTD Balai Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Sofifi dengan klasifikasi A. Susunan Organisasi UPTD Balai Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Sofifi terdiri dari (Gambar 2):

1. Kepala UPTD,
2. Kepala Sub Bagian Tata usaha,
3. Seksi Pengelolaan Kawasan Konservasi,
4. Seksi Pengembangan Kawasan Konservasi,
5. Koordinator Wilayah,
6. Kelompok Jabatan Fungsional.



Gambar 2. Bagan Struktur Organisasi dan Tata Kerja UPTD Balai Kawasan Konservasi Perairan Daerah di Sofifi pada Dinas Kelautan Dan Perikanan Provinsi Maluku Utara.

VARIABEL-VARIABEL PENENTU

Berdasarkan telaah yang dilakukan sebelumnya, dapat diidentifikasi variabel yang menentukan jumlah dan kualitas sumber daya manusia yang dibutuhkan dalam membangun dan mengembangkan kawasan konservasi yang baik kinerjanya dan dikelola secara efektif. Variabel tersebut adalah:

1. Status organisasi pengelola kawasan konservasi. Bila dikelola sepenuhnya oleh pemerintah, baik di pusat maupun daerah, maka SDM adalah aparatur sipil negara (ASN) yang rekrutmennya tergantung pada peraturan yang berlaku. Bila organisasi pengelola melibatkan swasta atau masyarakat, maka kualitas SDM dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan tidak selamanya harus mengikuti regulasi pemerintah.
2. Luasan kawasan konservasi. Semakin luas suatu kawasan konservasi, semakin besar jumlah SDM, khususnya untuk kegiatan patroli, *monitoring*, dan evaluasi program. Untuk organisasi pengelola pada tingkatan manajer dan administrator, diperlukan sekitar 10-20 orang per kawasan. Saat ini, seorang jagawana menjaga sekitar 18 ha kawasan hutan. Idealnya, 1 ha hutan dijaga oleh 1 orang (Susetyo, 2021).
3. Proses pelibatan masyarakat. Bila proses pendirian dan pengelolaan konservasi melibatkan masyarakat sejak awal maka mereka bisa diikutkan dalam tahapan pengelolaan kawasan, yang berarti bahwa jumlah SDM yang lebih sedikit yang dibutuhkan oleh satu organisasi pengelola kawasan konservasi.
4. Pelibatan *stakeholders*. Semakin banyak pihak lain dilibatkan dalam perencanaan dan pengelolaan kawasan konservasi, semakin kurang jumlah personel yang dibutuhkan oleh suatu lembaga pengelola kawasan konservasi.

5. Kompleksitas kawasan konservasi. Kawasan konservasi yang besar potensi biodiversitasnya dan lebih kompleks atau lebih komprehensif rencana pengelolaannya membutuhkan lebih banyak orang dalam implementasi rencana pengelolaannya.

Kebutuhan SDM seperti yang disebutkan di atas, bisa diatasi melalui:

1. Pendidikan dan pelatihan;
2. Program dan anggaran yang cukup;
3. Penyediaan sarana dan prasarana yang sesuai.

KESIMPULAN

Kualitas SDM yang dibutuhkan dalam pengelolaan terpadu kawasan konservasi dan sumber daya ikan sebaiknya merujuk pada 14 Kompetensi Inti yang diidentifikasi oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (BPSDMKP, 2012) dan Standar Kompetensi Kerja Khusus Perencanaan Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan (Permen KP No. 9 Tahun 2013).

Kuantitas SDM yang dibutuhkan dalam pengelolaan terpadu kawasan konservasi dan sumber daya ikan patut ditentukan melalui analisis jabatan, tugas dan fungsi, serta spektrum rencana pengelolaan kawasan konservasi. Kerja sama dengan berbagai pihak, baik antar pemerintah, swasta, lembaga swadaya masyarakat, dan masyarakat lokal sangat menentukan kebutuhan ketersediaan SDM dan keberlanjutan pengelolaan kawasan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

BPSDMKP, 2012. Strategi Pengembangan Kapasitas Sumberdaya Manusia Untuk Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan; Renstra Pelatihan Bidang Konservasi. Badan Pengembangan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan (BPSDMKP).

Dahuri R. Rais. J. Ginting. S.P.Sitpu. M.J.1996. Pengelolaan Sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. P.T. Pradnya Paramita Jakarta.

Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, 2021. Laporan Penilaian Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Tahun 2021. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Irianingsih (2019) dalam ([https://www.kemhan.go.id/pothan/2019/04/08/direktorat-jenderal-potensi_pertahanan-direktorat-komponen-pendukung.html](https://www.kemhan.go.id/pothan/2019/04/08/direktorat-jenderal-potensi-pertahanan-direktorat-komponen-pendukung.html))

Kajian Akademis Lembaga Pengelola KKP3K Provinsi Maluku. J. Abrahamsz & J.Pietersz,2021. Kolaborasi WWF-Unpatti-DKP Provinsi Maluku.

Keputusan Direktur Jenderal Pengelolaan Ruang Laut No.28/KEP-DJPRL/2020 tanggal 7 September 2020 tentang Pedoman Teknis Evaluasi Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi.

Keputusan Gubernur Maluku No 664 Tahun 2022 Tentang Pembentukan Satuan Unit Pengelola Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Pulau Kei Kecil, Pulau-pulau dan Perairan Sekitarnya di Kabupaten Maluku Tenggara Provinsi Maluku.

Keputusan Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku No. 061/1366/16K Tanggal 2 Juni 2021 Tentang Pembentukan Forum Lembaga Swadaya Masyarakat Mitra Dinas kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku.

Nikijuluw V.P.H, 2021. Strategi konservasi sumber daya ikan pelagis Perairan Maluku dalam Rahardjo M.F dan Tuapetel F. 2021. Pengelolaan dan konservasi sumberdaya ikan pelagis Perairan Maluku: Lumbung Ikan Nasional. Iktiologi Seri 2. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Jakarta .

Peraturan Gubernur Aceh No. 4 Tahun 2021 Tentang Kedudukan, Susunan Organisasi,Tugas, Fungsi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Daerah Pengelola Kawasan Konservasi Perairan Daerah Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh.

Peraturan Gubernur Maluku Utara No.37 Tahun 2019 tanggal 7 November 2019 tentang Pembentukan, Kedudukan dan Susunan Organisasi Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) pada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara (Perubahan atas Peraturan Gubernur No. 45 Tahun 2017).

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No. 9/PERMEN-KP/2013 Tanggal 16 Mei 2013 tentang Standar Kompetensi Kerja Khusus Perencanaan Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan. SK3 dijadikan rujukan dalam pengembangan sumberdaya manusia yang kompeten untuk pengembangan pengelolaan kawasan konservasi perairan.

Susetyo, P.D. 2021. Mengapa Pengawasan Hutan Lemah. *Perambahan dan tumpang tindih izin adalah masalah laten pengawasan hutan. Mengapa?* Forest Digest. Kabar Baru, 24 Oktober 2021.

Wawo. M. 2014. Pengembangan sistem insentif berbasis jasa ekosistem dalam pengelolaan ekosistem lamun berkelanjutan (Kasus Perairan Teluk Kotania, Seram Bagian Barat Provinsi Maluku). Disertasi. Institut Pertanian Bogor.





© Conservation International