



Kementerian PPN/
Bappenas



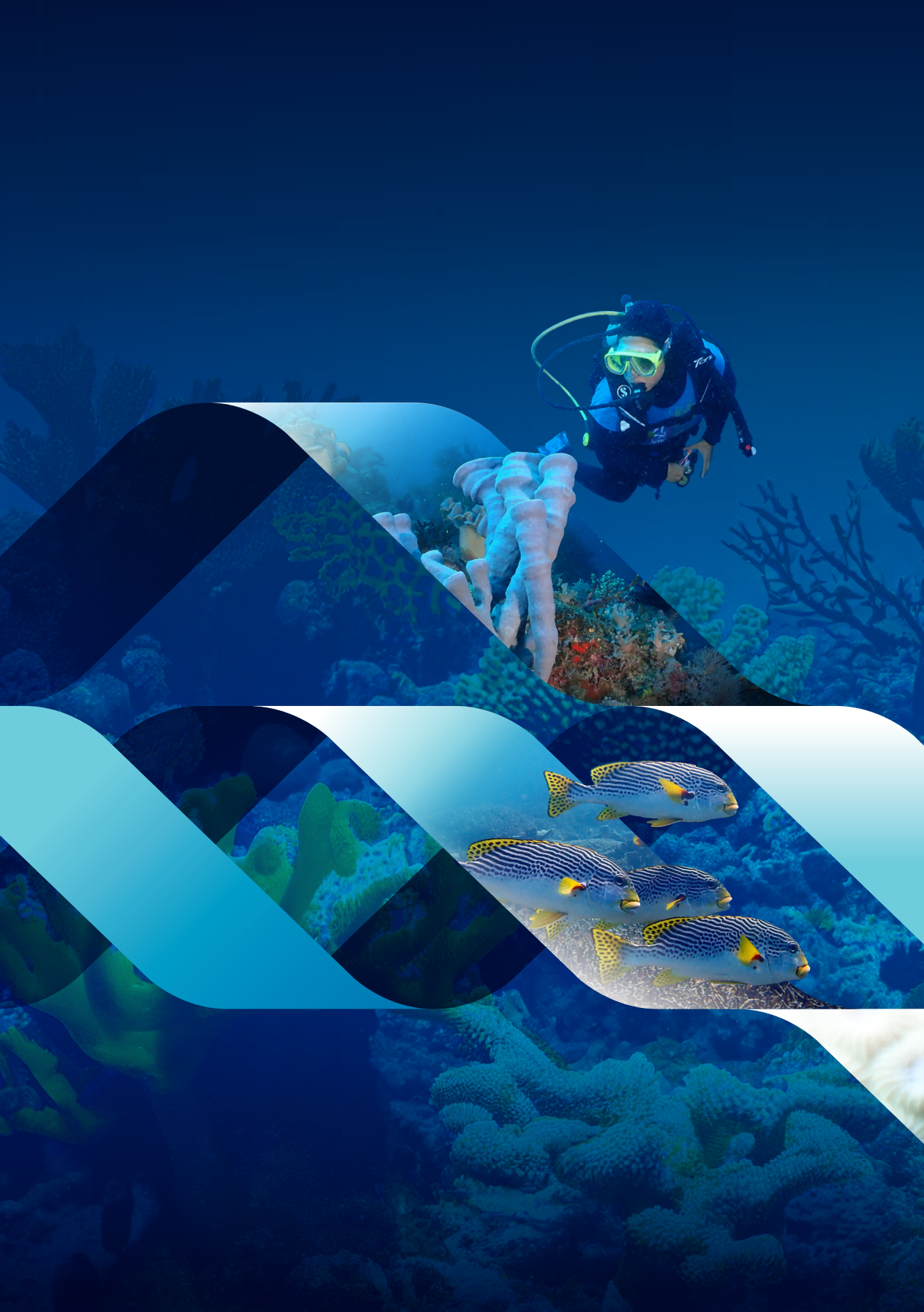
ICCTF

Indonesia Climate Change Trust Fund

MENJAGA TERUMBU KARANG UNTUK KEBERLANJUTAN GENERASI MENDATANG

LESSON LEARNED DAN BEST PRACTICE







MENJAGA TERUMBU KARANG UNTUK KEBERLANJUTAN GENERASI MENDATANG

LESSON LEARNED DAN BEST PRACTICE

KATA PENGANTAR



Vivi Yulaswati

Deputi Kemaritiman dan Sumber Daya Alam
Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan 17.504 pulau, luas wilayah perairan 3,1 juta km², dan Zona Ekonomi Eksklusif seluas 3 juta km². Keanekaragaman hayati lautnya yang sangat kaya membuat Indonesia mendapatkan julukan negara *marine mega-biodiversity*. Tingginya keanekaragaman hayati karang (*coral*) telah meletakkan Indonesia sebagai jantung Segitiga Terumbu Karang (*Coral Triangle*), dimana lebih dari 52 juta orang menggantungkan hidupnya, baik secara langsung ataupun tidak, terhadap terumbu karang.

Memperhatikan fungsi strategis terumbu karang untuk menyokong pembangunan ekonomi, sosial, dan lingkungan Indonesia sekarang dan di masa mendatang, Pemerintah Indonesia perlu terus memperkuat program pengelolaan terumbu karang jangka panjang secara terpadu dan menyeluruh, untuk melestarikan ekosistem terumbu karang di seluruh Indonesia. Beberapa program terkait pengelolaan ekosistem pesisir dan terumbu karang telah dilakukan Indonesia dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, diantaranya MCRMP (*Marine and Coastal Resources Management Project*), Proyek COREMAP, COREMAP-Coral Triangle Initiative (CTI) dan saat ini sedang menjalankan proyek LAUTRA (*Ocean for Prosperity*).

Sejak 2015, Bappenas mengkoordinasikan pelaksanaan project COREMAP-CTI sebagai model pengelolaan terumbu karang berkelanjutan, termasuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, dengan pelibatan masyarakat dan daerah secara penuh. Ada banyak

pembelajaran yang diperoleh dari proyek ini, salah satunya adalah pelibatan aktif para mitra di tingkat akar rumput untuk membantu secara langsung masyarakat dan para pemangku kepentingan setempat dalam melaksanakan kegiatan-kegiatan program intervensi. Keterlibatan aktif masyarakat setempat sangat penting bagi keberhasilan konservasi, rehabilitasi, dan restorasi ekosistem terumbu karang dalam jangka panjang yang pada gilirannya akan menyumbang kepada meningkatnya kesejahteraan masyarakat. Beragam program intervensi yang mengombinasikan pendekatan atas-bawah (*top-down*) dengan bawah-atas (*bottom-up*) merupakan manifestasi dari formulasi kebijakan berbasis sains dan pelibatan masyarakat dan *stakeholder* lainnya dalam pelaksanaan kegiatan.

Buku ini menggambarkan beberapa pembelajaran dan rencana strategis ke depan terkait upaya pengelolaan terumbu karang. Kami berharap publikasi ini dapat memberi inspirasi bagi semua orang untuk melestarikan terumbu karang dan sumberdaya alam/hayati yang terbaharui, serta menjamin keberlanjutannya bagi generasi mendatang.

Akhir kata, perlu kiranya saya mengingatkan bahwa kita tidak mau generasi mendatang hanya mengenal keindahan terumbu karang dan kehidupan di dalamnya melalui gambar, foto, dan video. Oleh karena itu, adalah tugas kita bersama untuk memastikan terlindungi dan terlestarikannya terumbu karang, agar keindahan alamnya tetap dapat dinikmati dan dihargai oleh generasi penerus kita di masa depan.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar Deputi Kemaritiman dan Sumber Daya Alam Bappenas

| 2

1

Prolog: Terumbu Karang Indonesia

| 5

2

Manfaat Terumbu Karang

| 15

3

Perubahan Iklim & Ancaman Terhadap Terumbu Karang

| 21

4

Memperkuat Pengelolaan Terumbu Karang

| 35

5

Penghitungan Manfaat Ekonomi dan Pendanaan Untuk Pelestarian Terumbu Karang

| 49

6

Strategi Pengelolaan Terumbu Karang Indonesia Menuju 2045

| 55

7

Epilog

| 71

Galeri Keanekaragaman Hayati Laut

| 73

Kepustakaan

| 80



DAFTAR TABEL

3.1	Skala fenomena tekanan yang dialami terumbu karang berdasarkan peningkatan suhu permukaan laut dalam indikator <i>HotSpot</i> dan DHW	26
4.1	Kebutuhan pengembangan kapasitas individu pemangku kepentingan dan otoritas pengelola	42
4.2	Kebutuhan pengembangan kapasitas kelembagaan otoritas pengelola	43

DAFTAR BOKS

2.1	Tahun 2017, Great Barrier Reef (GBR) menyumbangkan nilai tambah sebesar \$6,4 miliar dan menyediakan lebih dari 64.000 lapangan kerja bagi perekonomian Australia pada tahun 2015–16	20
4.1	Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu untuk mewujudkan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil dan pengelolaan Kawasan Konservasi Laut	37
4.2	Pemanfaatan Berkelanjutan Kawasan Konservasi Laut oleh Masyarakat	38
4.3	<i>Willingness to Pay</i> Kawasan Konservasi Perairan	48
4.4	Pengembangan Kegiatan Ekonomi di Kawasan Konservasi Perairan	49
5.1	Pembayaran Jasa Ekosistem: Seberapa besar pemanfaat bersedia membayar untuk pelestarian terumbu karang	52
5.2	Obligasi Negara Ritel (ORI) untuk menggalang dana bagi pengelolaan berkelanjutan terumbu karang	53
5.3	' <i>Rhino Bond</i> ' Meningkatkan Upaya Afrika Selatan untuk Melindungi Badak Hitam dan Mendukung Masyarakat Lokal	54
6.1	Kemitraan dalam Pengelolaan Terumbu Karang	63
6.2	Restorasi dan Rehabilitasi Terumbu Karang	64

DAFTAR GAMBAR

1.1	Sebaran terumbu karang di seluruh Indonesia	7
1.2	Tren kondisi terumbu karang Indonesia (% penutupan karang hidup) antara 2015–2019 setelah terjadinya <i>coral bleaching</i> pada 2015 dan 2016	8
1.3	Peta Distribusi Spesies Cetacea di Perairan Laut Sawu	13
2.1	Terumbu karang menyediakan jasa penyediaan (<i>provisioning</i>) dengan menjadikan dirinya sebagai rumah bagi ikan-ikan terumbu bernilai komersial	16
2.2	Jasa kebudayaan (<i>cultural</i>) terumbu karang yang menjadikannya tujuan dan daya tarik wisata bawah air	17
3.1	Infografis rangkuman dampak perubahan iklim terhadap terumbu karang	23
3.2	Proyeksi Peningkatan Suhu Permukaan Laut (SPL) Indonesia	25
3.3	Proyeksi distribusi terumbu karang pada tiga klasifikasi tingkat DHW berdasarkan skenario RCP8.5	27
3.4	Proyeksi luas terumbu karang berdasarkan tingkat DHW yang dialami pada tahun 2045 berdasarkan skenario RCP 8.5	27
3.5	Proyeksi kenaikan Suhu Permukaan Laut (SPL) pada tahun 2045 dibandingkan dengan kondisi tahun 2021	28
3.6	Proyeksi DHW pada perairan laut Indonesia tahun 2045 dibandingkan dengan kondisi awal tahun 2021	29
3.7	Peta <i>Annual Severe Bleaching</i> (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045	30
3.8	Peta <i>Annual Severe Bleaching</i> (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 di Kepulauan Riau dan Bangka Belitung	30
3.9	Peta <i>Annual Severe Bleaching</i> (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 yang terjadi di wilayah sekitar Maluku dan Papua, termasuk Raja Ampat	31
3.10	Peta <i>Annual Severe Bleaching</i> (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 yang terjadi di wilayah Kepulauan Aru	31
4.1	Lokasi-lokasi kegiatan COREMAP-CTI	36
4.2	Tindakan-tindakan payung dan spesifik untuk bergerak maju menuju kondisi yang lebih berkelanjutan di 2030 dimana kompleksitas tata kelola laut merupakan bagian tak terpisahkan	41

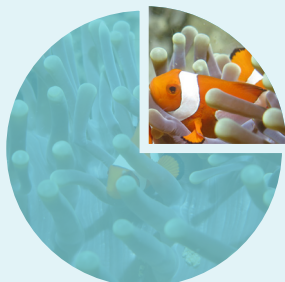




B A G I A N

PROLOG: TERUMBU KARANG INDONESIA

KEANEKARAGAMAN TERUMBU KARANG INDONESIA



25%

dari seluruh kehidupan
di laut bergantung pada
terumbu karang

Luas Terumbu
Karang Indonesia
sekitar

2,5 juta ha¹⁰⁴

mewakili

16%

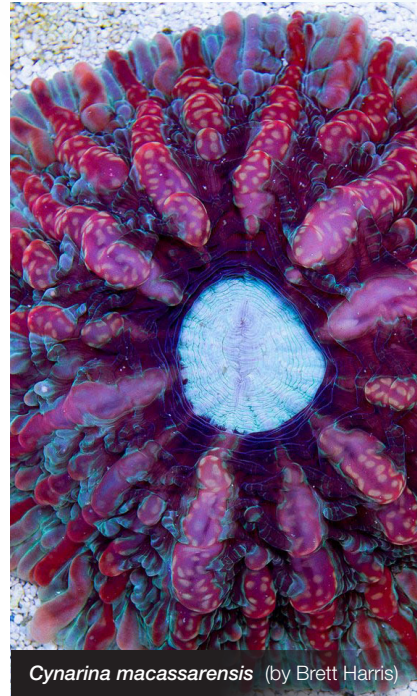
luasan terumbu
karang dunia

Kekayaan dan keindahan luar biasa terumbu karang Indonesia mencerminkan posisi strategis Indonesia sebagai pusat keanekaragaman hayati laut dunia. Disamping menjadi tempat tinggal bagi ribuan biota laut, terumbu karang juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan, terutama dalam hal perikanan dan sediaan makanan biru (*blue foods*) di masa depan. Sebagai negara kepulauan dengan 17.504 pulau besar dan kecil, panjang garis pantai 108.000 km, dan luas wilayah perairan teritorial 3.110.000 km², luas terumbu karang Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 2,5 juta ha¹⁰⁴ atau sekitar 16% dari seluruh terumbu karang dunia⁹⁴.

Ekosistem terumbu karang tersebar di hampir seluruh wilayah perairan pesisir Indonesia (**Gambar 1.1**) memiliki empat tipe formasi terumbu, yaitu terumbu tepi (*fringing reef*) yang mencapai 70% dari seluruh luasan terumbu karang, diikuti oleh terumbu penghalang (*barrier reef*), gosong terumbu (*patch reef*), dan atoll masing-masing sebanyak 20%, 7,5%, dan 2,5%.³ Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia atau LIPI (kini Badan Riset dan Inovasi Nasional, BRIN), Indonesia diperkirakan memiliki 15 famili, 84 genus, dan 569 spesies karang keras (*hard coral*)⁵. Lebih dari itu, terdapat lima spesies karang yang ditemukan dan dideskripsikan pertama kali di Indonesia, yaitu *Acropora suharsonoi*, *Acropora desalwii*, *Cynarina macassarensis*, *Euphyllia baliensis*, dan *Isopora togianensis*. Hingga saat ini, *Cynarina macassarensis* dan *Euphyllia baliensis* masih terkonfirmasi hanya ditemukan di perairan Indonesia. Indonesia diduga masih memiliki banyak spesies karang lainnya yang belum teridentifikasi, terutama jenis karang yang hidup di perairan dalam (*deep sea corals*).

Penobatan Indonesia sebagai pusat keanekaragaman hayati laut (*marine biodiversity hotspot*) dan segitiga karang dunia (*coral triangle*), tidak hanya berdasarkan keanekaragaman spesies karang keras saja, melainkan juga berdasarkan keragaman biota-biota laut lain yang berasosiasi dengannya, seperti karang *non-scleractinian*, ikan terumbu (diperkirakan terdapat lebih dari 2,200 spesies)⁹⁴, ikan demersal dan pelagis, moluska, krustasea, hingga tanaman laut (mangrove, lamun, dan alga)⁵.

SPESIES KARANG YANG DITEMUKAN DAN DIDESKRIPSIKAN PERTAMA KALI DI INDONESIA⁹⁵



Gambar 1.1
Sebaran terumbu karang di seluruh Indonesia.

Sumber Data:
 1. Peta Rupa Bumi Indonesia. BIG. 2021.
 2. Batas Wilayah Pengelolaan Perikanan, KKP.
 3. Citra Satelit SPOT 6/7 tahun 2021. KKP.
 4. Data Analisis. 2023.

KONDISI TERUMBU KARANG INDONESIA

Dalam kurun 10 tahun terakhir, kondisi terumbu karang di Indonesia secara umum berfluktuasi (**Gambar 1.2**). Berdasarkan publikasi “Status Terumbu Karang Indonesia 2019” yang diterbitkan LIPI melalui pengamatan pada 1.153 titik, ditemukan bahwa sekitar 33,82% terumbu karang berada dalam kondisi buruk, 37,38% cukup, 22,38% baik, dan 6,42% sangat baik (Hadi *et al.*, 2020)⁶. Berdasarkan data pengamatan yang dilakukan sejak 1993 hingga 2019, sekitar 30,85% terumbu karang menunjukkan tutupan karang keras yang masuk kategori baik dan sangat baik (>50% tutupan karang hidup). Terumbu karang ini menunjukkan kondisi yang relatif stabil, meskipun ada beberapa fluktuasi pada kategori terumbu karang yang sangat baik dan baik dalam lima tahun terakhir⁶. Sebaliknya, sekitar 69,15% masuk kedalam kondisi cukup dan buruk karena memiliki tutupan karang hidup kurang dari 50%. Sebagian dari terumbu karang dengan kondisi buruk mungkin telah berada pada kondisi “*point of no return*” (tidak mampu memperbaiki kondisinya secara alami) saat dibawah tekanan (*stress*) yang tinggi akibat pencemaran dan gangguan antropogenik yang merusak⁶.



TUTUPAN KARANG HIDUP



Gambar 1.2

Tren kondisi terumbu karang Indonesia (% penutupan karang hidup) antara 2015–2019 setelah terjadinya *coral bleaching* pada 2015 dan 2016 (Sumber: [6]).



Tekanan global, terutama peningkatan suhu permukaan laut, berdampak signifikan pada kondisi terumbu karang di Indonesia. Selain itu, beragam faktor antropogenik juga menjadi penyebabnya penurunan kondisi terumbu karang. Kedua hal ini beriringan dengan terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*). Pemutihan karang yang masif terjadi antara 2015–2016 di Indonesia diakibatkan oleh fenomena El Nino. Bahkan ini merupakan El Nino terkuat yang pernah terdata sehingga menyebabkan pemutihan dan kematian karang pada skala global⁷. Sebuah kajian melaporkan bahwa dampak dari El Nino 2015–2016 telah menyebabkan terjadinya *coral bleaching* pada lebih kurang 50% koloni karang di Kepulauan Gili Matra yang mengakibatkan menurunnya persentase karang hidup dari 23,4% di tahun 2012 menjadi 18,5% di tahun 2016⁸.

Namun, perlu diingat bahwa pemutihan ini tidak terjadi di seluruh wilayah Indonesia, yang disebabkan oleh pengaruh berbagai pola hidrodinamika diantara dua samudera, Pasifik dan Hindia. Selain itu, keragaman dalam geomorfologi pulau-pulau di Indonesia juga berkontribusi pada variasi dampak peningkatan suhu permukaan laut pada terumbu karang⁵. Namun demikian, penurunan tutupan karang yang signifikan antara tahun 2015 dan 2016 diikuti oleh perbaikan kondisi secara bertahap hingga tahun 2019 (**Gambar 1.2**). Menurut beberapa ahli, terumbu karang di Indonesia memiliki tingkat resiliensi yang tinggi, sehingga memberikan harapan bagi upaya pengelolaan terumbu karang terhadap ancaman perubahan iklim yang mengakibatkan pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*) secara global karena kenaikan rata-rata suhu permukaan laut.

TERUMBU KARANG DAN EKOSISTEM TERKAIT

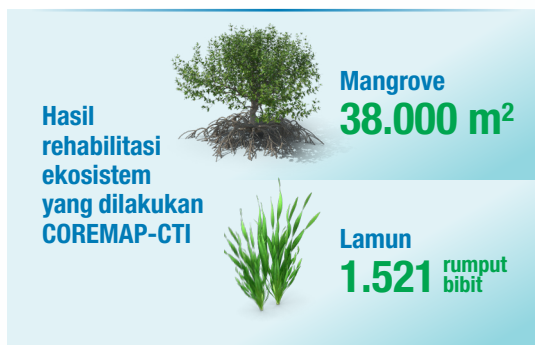
Ekosistem Mangrove dan Lamun

Berbagai ekosistem laut memiliki keterkaitan yang kuat, bukan hanya terbatas pada terumbu karang.⁸⁵ Terumbu karang berfungsi sebagai pemecah gelombang alami yang mengurangi dampak gelombang terhadap garis pantai. Ini menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan padang lamun serta hutan mangrove. Seiring berjalannya waktu, hutan mangrove juga menjadi tempat penting bagi anakan spesies karang, selain berperan dalam menahan sedimen dan nutrisi yang mengalir dari sungai ke laut. Di daerah di mana terumbu karang berdekatan dengan hutan mangrove, populasi ikan terumbu karang lebih berlimpah. Kesehatan dan keberadaan ekosistem mangrove dan lamun dapat meningkatkan ketahanan dan juga dapat bertindak sebagai pengganti alami untuk berbagai jenis jasa ekosistem terumbu karang yang mungkin hilang. Perlu pemahaman lebih lanjut mengenai nilai ekonomi dari konservasi dan pengelolaan ekosistem mangrove dan lamun dalam menghadapi penurunan keberadaan ekosistem terumbu karang.⁸⁶

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem alamiah penting yang memiliki beragam sumber daya.⁸⁸ Secara fisik, hutan mangrove menjadi daerah pelindung daratan dari pengaruh abrasi/erosi ombak. Secara kimia, berfungsi menyaring bahan pencemar (polutan) terutama bahan-bahan organik dan sebagai sumber energi bagi ketersediaan detritus yang merupakan sumber makanan biota/organisme perairan. Secara biologi, berperan sebagai daerah asuhan, daerah pemijahan dan daerah mencari makan berbagai jenis ikan, udang dan biota lainnya, sedangkan secara estetika hutan mangrove berfungsi sebagai tempat pariwisata dan pendidikan⁹⁰. Selain itu, serasah mangrove (berupa daun, ranting dan biomassa lainnya) yang jatuh di perairan menjadi sumber pakan biota perairan dan unsur hara yang sangat menentukan produktivitas perikanan perairan laut di depannya. Hutan mangrove juga merupakan habitat (rumah) bagi berbagai jenis burung, reptilia, mamalia dan jenis-jenis kehidupan lainnya, sehingga hutan mangrove menyediakan keanekaragaman (*biodiversity*) dan plasma nutfah (*genetic pool*) yang tinggi serta berfungsi sebagai sistem penunjang kehidupan⁹¹.

Selain mangrove, lamun juga memiliki peran vital dalam menjaga kesehatan ekosistem terumbu karang.⁸⁸ Hal ini dikarenakan lamun memiliki kemampuan menyerap nutrisi seperti nitrogen dan mengurangi muatan sedimen yang mengalir dari sungai ke dalam ekosistem terumbu karang. Selain itu, lamun juga berfungsi sebagai tempat tinggal bagi anakan ikan yang melakukan migrasi, serta sebagai tempat mencari makan bagi berbagai spesies ikan seperti kakap. Ikan-ikan ini berpindah ke padang lamun pada siang hari, di mana mereka memakan invertebrata yang terdapat di substrat pasir, dan kembali ke terumbu karang pada malam hari untuk terhindar dari predator. Lebih lanjut, lamun juga penting bagi penyu, dugong, dan krustasea, karena menjadi sumber makanan dan tempat perlindungan bagi mereka.

Kondisi lingkungan di daerah hulu yang mengalir ke lamun dan terumbu karang memiliki dampak besar pada ekosistem tersebut.⁸⁸ Limpasan yang berasal dari kawasan terestrial yang terdegradasi dan terdeforestasi mendorong penurunan kualitas air di pesisir, hal ini merupakan salah satu ancaman utama non-iklim terhadap ekosistem laut secara global. Hal ini paling terlihat saat terjadi banjir, ketika aliran air membawa partikel-partikel sedimen halus ke laut. Hasil penelitian tahun 2021 menunjukkan bahwa perpindahan sedimen merupakan masalah besar yang mempengaruhi 41% terumbu karang secara global. Restorasi hutan di berbagai daerah aliran sungai dapat membantu mengurangi limpasan sedimen ke 63.000 km² luas terumbu karang.⁹⁷



Sekilas Pelaksanaan Program Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang

Dibawah COREMAP-CTI yang berlangsung sejak tahun 2019–2023, kegiatan pemantauan kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya secara berkala terus dilakukan, yang merupakan kelanjutan kegiatan *monitoring* COREMAP fase sebelumnya. Wilayah pemantauan mewakili berbagai lokasi di seluruh Indonesia, yaitu Indonesia bagian barat, Indonesia bagian timur, Kawasan Konservasi Perairan Nasional (KKPN), serta beberapa wilayah laut prioritas nasional. Secara keseluruhan, pemantauan kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya dilakukan di 31 lokasi yang mencakup tujuh kota dan 30 kabupaten yang berada di 14 provinsi. Data dan informasi mengenai kesehatan terumbu karang dan ekosistem terkait lainnya telah diperbaharui melalui penyampaian statusnya setiap tahun serta pengembangan indeks kesehatan ekosistem.

Kesadaran akan pentingnya terumbu karang, lamun, dan mangrove untuk ekosistem dan perubahan iklim telah ditumbuhkan dan kontribusinya sangat besar terhadap kesehatan ekosistem global. Data dan informasi yang telah dihimpun selama program COREMAP berjalan merupakan basis data ekosistem pesisir nasional yang dapat menjadi timbangan ilmiah signifikan dalam upaya restorasi dan pengelolaan ekosistem pesisir, khususnya terumbu karang di Indonesia. Pengetahuan kita tentang tren ekosistem ini akan membantu sistem manajemen dalam membuat peraturan yang tepat. Variasi yang besar telah terjadi terutama pada nilai tutupan karang, karena Reef Health Monitoring (RHM) telah dilakukan sejak COREMAP Fase I pada tahun 2004 dan terus berkembang, tidak hanya dari segi metode, tetapi juga objek yang dipantau. Pada tahun 2014, metode pemantauan terumbu karang telah diubah dari *Line Intercept Transect* menjadi *Underwater Photo Transect*⁹. Perubahan ini juga terjadi untuk pemantauan padang lamun¹⁰ dan hutan mangrove¹¹.

Berdasarkan hasil pemantauan ekosistem terumbu karang di tiga kawasan konservasi yang menjadi lokasi utama COREMAP-CTI (Nusa Penida, Gili Matra, dan Gili Balu) pada 2021 menunjukkan

bahwa kondisi tutupan karang hidup berkisar antara 21,7 hingga 43%. Kegiatan pemantauan di 14 titik di Nusa Penida pada 2021 menunjukkan bahwa tutupan karang hidup bervariasi dari 10 hingga 63%, dengan rata-rata 43%. Persentase karang hidup lebih tinggi 9,8% dibandingkan dengan hasil pemantauan pada tahun 2020. Dari hasil pemantauan kondisi terumbu karang di 13 titik di Gili Matra pada 2021 ditemukan bahwa tutupan karang hidup berkisar antara 1,1 hingga 73,6%, dengan rata-rata 21,7%. Selanjutnya di Gili Balu, hasil pemantauan pada 2021 di 11 titik menunjukkan bahwa tutupan karang hidup berkisar 1,8 hingga 58,7%, dengan rata-rata 31,7%. Hasil pengamatan di Gili Balu menunjukkan bahwa penutupan karang di zona larang ambil (*no take zone*) sebesar 49,1%.

Pemantauan kondisi ekosistem terumbu karang juga dilaksanakan secara periodik di lokasi-lokasi prioritas lainnya, yaitu Raja Ampat dan Laut Sawu. Hasil pemantauan kondisi ekosistem terumbu karang pada sembilan titik di KKPD Kabupaten Raja Ampat pada tahun 2021 menunjukkan penutupan karang hidup yang bervariasi antara 12–46% dengan rata-rata 33,8%. Selanjutnya hasil pemantauan pada 16 titik pengamatan di Suaka Alam Perairan (SAP) Raja Ampat pada 2021 menunjukkan kisaran penutupan karang hidup antara 4 dan 46%, dengan rata-rata 28,5%. Pengamatan selanjutnya di Taman Nasional Perairan (TNP) Laut Sawu pada 45 lokasi pengamatan di lima kabupaten (Sabu Raijua, Rote Ndao, Sumba Barat Daya, Manggarai dan Manggarai Barat) menunjukkan rata-rata penutupan karang hidup sebesar 15,71%. Tinggi rendahnya persentase tidak selalu menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang berada dalam kondisi baik atau tertekan. Contohnya adalah data terumbu karang di wilayah TNP Laut Sawu yang secara historis memiliki rata-rata $\leq 25\%$, yang mungkin merupakan karakteristik alaminya¹².

Salah satu kawasan konservasi laut yang menjadi target bagi dukungan pengelolaan yang diberikan oleh COREMAP-CTI adalah Taman Nasional Perairan (TNP)

9 Spesies Setsea di Perairan Laut Sawu

dengan frekuensi perjumpaan relatif tinggi



Lumba-Lumba Fraser
(*Lagenodelphis hosei*)



Paus Pemandu Sirip Pendek
(*Globicephala macrorhynchus*)



Paus Biru Kerdil
(*Balaenoptera musculus brevicauda*)



Paus Pembunuh Kerdil
(*Feresa attenuata*)



Lumba-Lumba Risso
(*Grampus griseus*)



Lumba-Lumba Gigi Kasar
(*Steno bredanensis*)



Paus Sperma
(*Physeter macrocephalus*)



Lumba-Lumba Pemintal
(*Stenella longirostris*)



Lumba-Lumba Totol Tropis
(*Stenella attenuata*)

Perkiraan minimum bagi beberapa spesies

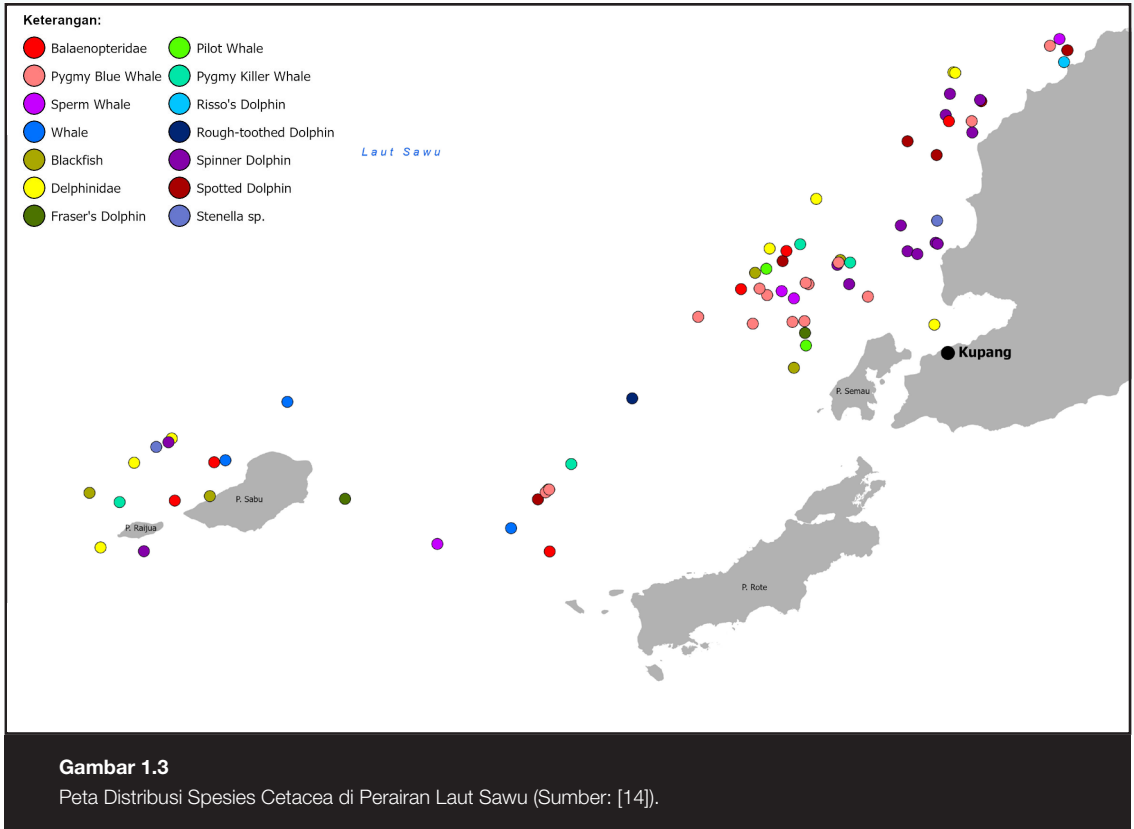
26 Paus Biru Kerdil

6 Paus Sperma

324 Lumba-Lumba Pemintal

407 Lumba-Lumba jenis lain





Pada tahun 2045 saat Indonesia Emas, ditargetkan, luas kawasan konservasi laut di Indonesia mencapai hampir

100 juta ha

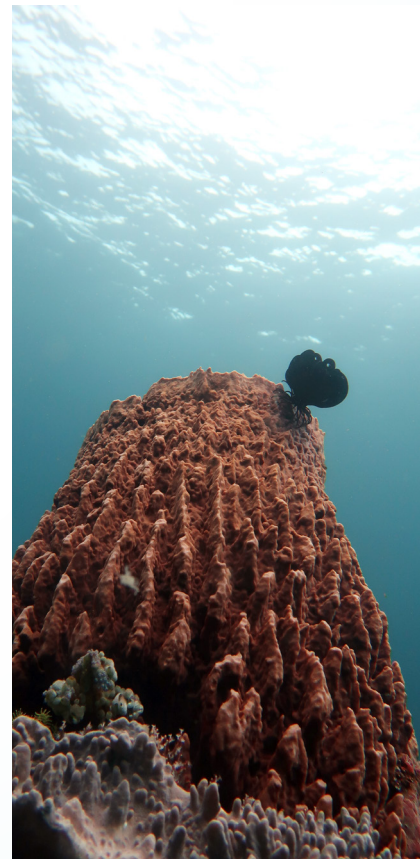
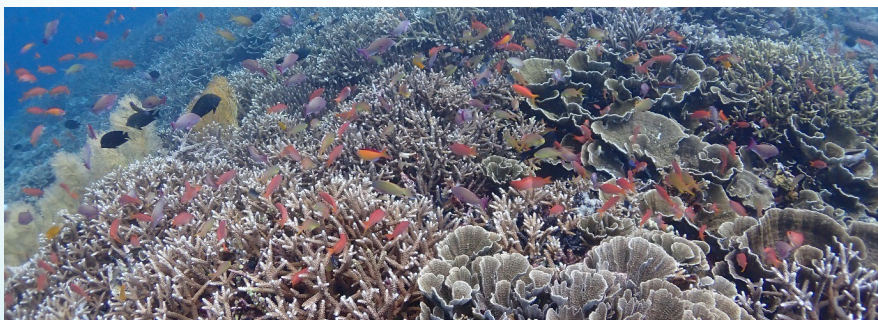
Selain ekosistem terumbu karang, COREMAP-CTI juga melakukan pengamatan ekosistem pesisir lainnya, seperti mangrove dan lamun. Selanjutnya hasil pemantauan kondisi hutan mangrove menunjukkan tren yang relatif stabil selama empat tahun terakhir meskipun pada tahun 2019 terjadi sedikit penurunan sebesar 0,84% (Laporan Mangrove Health Index 2021 dalam [16]). Hasil pemantauan ekosistem mangrove yang hanya dilakukan pada COREMAP-CTI antara tahun 2016–2019 menunjukkan adanya peningkatan penutupan, walau tidak signifikan, antara 74% menjadi 76% di lokasi pemantauan di wilayah aktivitas COREMAP-CTI. Berbeda dengan ekosistem terumbu karang dan mangrove, kondisi penutupan padang lamun mengalami tren penurunan, dari 40% menjadi 34%. Penurunan ini diduga akibat adanya perubahan fungsi lahan, reklamasi, dan pengerukan di wilayah pesisir¹⁷. Padang lamun merupakan habitat yang paling rentan terhadap perubahan iklim dan dipandang sebelah mata oleh masyarakat karena kurang memberikan manfaat dibandingkan terumbu karang dan hutan mangrove¹⁷.

Terumbu karang sering menjadi prioritas (target utama) konservasi bagi Kawasan Konservasi Laut (KKL) di Indonesia, sehingga membuat upaya-upaya perlindungan, konservasi, dan pemanfaatan berkelanjutan keanekaragaman

hayati laut melalui KKL sering diidentikkan dengan konservasi terumbu karang. Hal ini memberi keunggulan (*advantage*) bagi Indonesia dalam memenuhi komitmennya sebagai negara yang telah meratifikasi Konvensi Keanekaragaman Hayati Persatuan Bangsa-Bangsa¹⁸ (*United Nations Convention on Biological Diversity*) pada tahun 1994, sekaligus meningkatkan luasan terumbu karang yang dilindungi dan dilestarikan. Indonesia berkewajiban untuk menindaklanjuti setiap keputusan yang dibuat oleh Konvensi, termasuk yang termutakhir adalah Kerangka Keanekaragaman Hayati Global Kunming-Montreal¹⁹, dimana Target 3 dari Kerangka tersebut mencantumkan rencana ambisius untuk melindungi 30% laut sejagat pada 2030 melalui Kawasan Konservasi Laut dan jejaringnya. Saat ini, Indonesia sedang dalam perjalanan mencapai target 10% (atau 32,5 juta ha) wilayah pesisir dan lautnya untuk konservasi keanekaragaman hayati laut pada 2030. Capaian ini akan digunakan sebagai batu loncatan untuk mencapai target 30% (97,5 juta ha) konservasi keanekaragaman hayati laut pada 2045 disesuaikan dengan kemampuan negara untuk membiayainya.

Dengan demikian, bila masing-masing target tersebut tercapai pada waktunya, kemungkinan besar luasan terumbu karang yang terlindungi dan dilestarikan juga akan meningkat jumlahnya.

Selain itu, upaya-upaya untuk melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan terumbu karang secara berkelanjutan juga akan membantu mendorong pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) 14 “Kehidupan dalam air”. Sebagai contoh, terumbu karang rentan terhadap beragam ancaman akibat kegiatan manusia, seperti penyuburan air akibat bahan organik (*eutrophication*)²⁰, sampah plastik²¹, pengasaman laut²², dan penangkapan berlebih yang memicu penggunaan cara tangkap merusak^{23,24}. Maka, perlu terus dilakukan berbagai upaya untuk memastikan agar berbagai ancaman terhadap terumbu karang dapat ditangani, sehingga dapat berkontribusi baik secara langsung atau tidak langsung terhadap pencapaian target-target SDG 14, maupun terhadap target perluasan kawasan konservasi laut itu sendiri.





B A G I A N

MANFAAT TERUMBU KARANG

Ekosistem terumbu karang memberikan sejumlah manfaat penting bagi lingkungan sekitar dan manusia. Manfaat penting ekosistem terumbu karang tersebut dapat dikelompokkan menjadi empat layanan atau jasa, yaitu penyediaan (*provisioning*), kebudayaan (*cultural*), pengaturan (*regulating*), dan sokongan (*supporting*)²⁵.

JASA PENYEDIAAN

Jasa penyediaan adalah manfaat yang diberikan oleh alam terkait kebutuhan manusia dalam bentuk sumber daya yang dapat dimanfaatkan secara langsung. Manfaat utama jasa penyediaan yang diberikan oleh terumbu karang mencakup hasil tangkapan, karena terumbu karang di Indonesia adalah rumah bagi berbagai jenis ikan komersial yang sangat dicari, seperti ekor kuning, lobster, kerang, kerapu, dan kakap (**Gambar 2.1**). Penghuni terumbu karang tersebut merupakan sumber pendapatan penting bagi nelayan lokal dan industri perikanan di Indonesia.

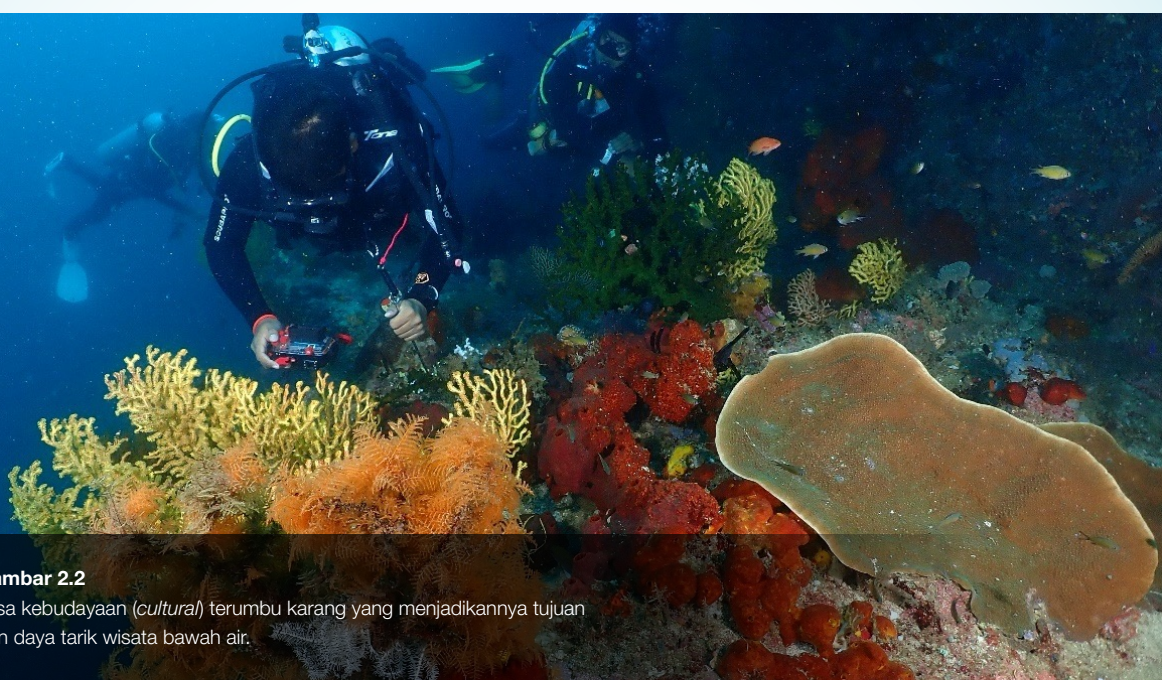
Spesies pada perdagangan komoditas akuarium air laut, merupakan produk yang memiliki nilai tinggi yang didapatkan dari ekosistem terumbu karang. Aktivitas

ini harus dikelola secara berkelanjutan, sehingga dapat mendukung lapangan kerja bagi masyarakat pesisir yang sebagian besar berpenghasilan rendah, dan memberikan insentif ekonomi yang kuat bagi konservasi terumbu karang⁹⁸. Selain itu, terumbu karang juga berperan dalam penyediaan bahan baku untuk industri seperti farmasi, sebagai sumber bahan obat-obatan yang ditemukan dalam organisme laut yang hidup di terumbu karang. Senyawa yang dihasilkan oleh organisme laut dalam terumbu karang telah digunakan dalam penelitian farmasi untuk mengembangkan obat-obatan baru, seperti senyawa anti-kanker, anti-bakteri, anti-inflamasi, perbaikan tulang, dan manfaat neurologis yang ditemukan dalam berbagai organisme penghuni ekosistem terumbu karang⁹⁹.



Gambar 2.1

Terumbu karang memberikan jasa penyediaan (*provisioning*) dengan menjadikan dirinya sebagai rumah bagi ikan-ikan terumbu bernilai komersial.



Gambar 2.2

Jasa kebudayaan (*cultural*) terumbu karang yang menjadikannya tujuan dan daya tarik wisata bawah air.

JASA KEBUDAYAAN

Jasa kebudayaan adalah manfaat yang diberikan oleh alam yang berhubungan dengan aspek budaya dan nilai-nilai manusia, yang mencakup berbagai unsur budaya seperti kepercayaan, tradisi, warisan budaya, dan pengalaman estetika. Terumbu karang di Indonesia memiliki nilai atau jasa kebudayaan yang sangat penting dimana masyarakat pesisir di beberapa lokasi memiliki hubungan spiritual dan budaya yang kuat dengan terumbu karang. Sebagian wilayah terumbu karang dianggap sebagai tempat bersejarah dan sering digunakan untuk upacara keagamaan dan ritual tradisional. Selain itu, terumbu karang juga menjadi sumber inspirasi bagi seni dan budaya masyarakat Indonesia, tercermin dalam seni rupa, tarian, dan cerita rakyat. Pariwisata di ekosistem terumbu karang juga memberikan manfaat budaya yang signifikan bagi Indonesia (**Gambar 2.2**). Wisatawan datang dari seluruh dunia untuk menyaksikan keindahan bawah laut Indonesia dan berinteraksi dengan budaya lokal. Industri pariwisata ini menciptakan lapangan kerja dan pendapatan bagi masyarakat setempat, mendukung pengembangan infrastruktur, serta mempromosikan kesadaran akan pentingnya konservasi terumbu karang.

JASA PENGATURAN

Jasa pengaturan merupakan peran dan manfaat alam dalam mengatur atau mengontrol proses-proses penting dalam ekosistem dan dalam menjaga

keseimbangan ekologi. Terumbu karang dapat menyerap energi gelombang dan melindungi garis pantai dari kerusakan fisik yang disebabkan pergerakan massa air dan cuaca buruk. Pelindungan yang diberikan oleh terumbu karang ini sangat penting dalam menjaga keamanan dan ketahanan pesisir, terutama di wilayah-wilayah yang rentan terhadap badai tropis dan kenaikan permukaan laut. Terumbu karang juga membantu mengurangi dampak perubahan iklim dengan menyerap karbon dioksida dari atmosfer yang memiliki dampak positif dalam mengurangi pengasaman laut (*ocean acidification*) sehingga kesetimbangan air laut dapat terjaga.

JASA SOKONGAN

Jasa sokongan merupakan peran dan manfaat lingkungan alam yang mendukung keberlanjutan ekosistem dan organisme yang ada di dalamnya²⁵. Terumbu karang mampu menjaga keanekaragaman hayati laut, rantai makanan, dan sumber makanan bagi biota-biota yang tinggal di dalamnya. Terumbu karang adalah produsen utama dalam ekosistem laut. Alga simbiosis (*zooxanthellae*) yang hidup dalam jaringan lunak tubuh karang melakukan fotosintesis. Dengan memanfaatkan energi matahari, *zooxanthellae* mengubah karbondioksida menjadi makanan (oksigen, lemak, dan gula) bagi hewan karang sehingga ekosistem terumbu karang menjadi rumah bagi jutaan biota laut.

EKONOMI

Dari empat jasa ekosistem yang disediakan oleh terumbu karang, terdapat dua jasa yang memberikan kontribusi signifikan terhadap kegiatan ekonomi di Indonesia, yaitu jasa penyediaan yang berkontribusi terhadap kegiatan perikanan dan jasa kebudayaan yang berkontribusi terhadap kegiatan pariwisata. Terumbu karang yang merupakan habitat ikan-ikan bernilai ekonomis tinggi menjadikan terumbu karang sangat penting dalam mendukung kegiatan ekonomi perikanan. Tidak hanya menjadi rumah atau habitat ikan, terumbu karang juga menyediakan sumber pangan terhadap ikan-ikan, termasuk ikan yang bernilai ekologis tinggi, yang menjadi sumber pangan bagi rantai makanan di laut yang kompleks. Dengan demikian, tidak hanya jenis-jenis ikan karang yang mendapatkan manfaat dari keberadaan terumbu karang, namun juga ikan pelagis yang mendapatkan manfaat dari adanya terumbu karang di Indonesia.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa biomassa atau kelimpahan ikan karang memiliki hubungan positif dengan kondisi terumbu karang. Biomassa atau kelimpahan ikan, misalnya, lebih tinggi pada ekosistem terumbu karang yang kondisinya lebih baik. Bahkan pada ekosistem terumbu karang yang sehat, biomassa atau kelimpahan ikan yang bernilai ekonomis tinggi, misalnya kerapu sunu. Hal ini tentu saja berdampak

kepada kegiatan ekonomi nelayan, dimana nelayan akan mendapatkan ikan yang melimpah pada terumbu karang yang sehat, termasuk ikan-ikan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Selain ikan, terdapat juga jenis kerang kerangan, teripang, udang, atau lobster yang juga bisa dimanfaatkan oleh nelayan dari ekosistem terumbu karang. Estimasi nilai langsung perikanan yang terasosiasi dengan terumbu karang di Indonesia mencapai US\$2,9 miliar atau 39,4 triliun rupiah (kurs tahun 2017: US\$1 = Rp13,500)¹⁰⁰. Dalam hal ini, ekosistem terumbu karang mampu menyokong kehidupan untuk masyarakat pesisir di Indonesia.

Hasil studi menunjukkan terumbu karang yang berlimpah di Raja Ampat memberikan dampak yang sangat positif terhadap sektor perikanan. Ekosistem terumbu karang yang sehat di Raja Ampat menyediakan habitat yang ideal bagi berbagai jenis ikan komersial seperti kerapu, kakap, dan tuna²⁶. Populasi ikan yang melimpah di sekitar terumbu karang ini telah mendukung penangkapan ikan yang produktif dan berkelanjutan, yang memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal. Pendapatan dari sektor perikanan yang didukung oleh terumbu karang juga memberikan dampak positif pada ekonomi Raja Ampat. Pendapatan dari penangkapan ikan telah memberikan kontribusi signifikan terhadap produk domestik bruto (PDB)

**Secara global,
sumber pangan
dan mata
pencaharian
dari**

**500
juta orang
bergantung pada
kelestarian**

**TERUMBU
KARANG**



Raja Ampat^{27,28}. Selain itu, sektor ini telah menciptakan lapangan kerja bagi penduduk setempat, meningkatkan kesejahteraan komunitas pesisir.

Pemanfaatan jasa yang disediakan oleh terumbu karang untuk kegiatan pariwisata juga, memberikan dampak yang luas. Dampak ekonomi dari kegiatan wisata yang dikembangkan dari jasa lingkungan terumbu karang tidak hanya dirasakan langsung oleh masyarakat sekitar, namun masyarakat lainnya yang berada jauh dari ekosistem tersebut. Hal ini dikarenakan banyak sektor lain yang kemudian terdampak dari kegiatan wisata terumbu karang, seperti transportasi baik laut, darat, dan udara, penyewaan alat, infrastruktur, dan lain sebagainya yang menjadi bagian mata rantai kegiatan wisata. Bahkan jasa agen wisata yang berada di luar negeri juga mendapatkan manfaat positif wisata terumbu karang di Indonesia.

Secara umum, kegiatan wisata dengan memanfaatkan jasa terumbu karang secara langsung di Indonesia adalah menyelam, *snorkeling* dan berperahu dasar kaca (*glass bottom boating*). Ketiga kegiatan tersebut secara umum dilakukan untuk menikmati keindahan formasi terumbu karang yang disusun dari ribuan atau bahkan jutaan spesies yang tinggal di ekosistem terumbu karang. Kegiatan wisata lain yang berkaitan secara tidak langsung dengan ekosistem terumbu karang adalah kegiatan yang memanfaatkan jasa lingkungan dari adanya terumbu karang, misalnya air laut yang tenang dan jernih, pantai yang indah, pantai yang landai, pemandangan laut yang indah, dan lain sebagainya. Lokasi-lokasi ekosistem terumbu karang yang saat ini menjadi destinasi wisata unggulan baik secara nasional maupun internasional antara lain adalah Pulau Weh, Bintan, Anambas, Kepulauan Seribu, Karimunjawa, Bali, Gili Matra, Bunaken, Wakatobi, dan Raja Ampat. Kegiatan wisata bahari yang dibangkitkan dari ekosistem terumbu karang di Indonesia dapat mencapai US\$3,1 miliar atau 41,8 triliun rupiah per tahun (kurs tahun 2017: US\$1 = Rp13,500).²⁹

Nilai ekonomi kegiatan wisata bahari yang terkait ekosistem terumbu karang di Indonesia dapat mencapai

41,8 triliun Rupiah per tahun



Pari Manta di atas terumbu karang

Boks 2.1

Tahun 2017, Great Barrier Reef (GBR) menyumbangkan nilai tambah sebesar \$6,4 miliar dan menyediakan lebih dari 64.000 lapangan kerja bagi perekonomian Australia pada tahun 2015–16⁰¹

GBR memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian melalui sejumlah jalur komersial, yang pada akhirnya berkontribusi pada neraca nasional Australia. Kontribusi perekonomian GBR terutama berasal dari kegiatan perekonomian yang terdiri dari (i) pariwisata; (ii) perikanan tangkap dan perikanan budidaya komersial; (iii) aktivitas rekreasi; (iv) penelitian ilmiah dan pengelolaan terumbu karang.

Keunikan aktivitas wisata yang ditawarkan GBR menarik jutaan pengunjung setiap tahunnya. Pariwisata adalah industri besar di sepanjang garis pantai GBR, yang mendukung ribuan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan regional, negara bagian, dan nasional. Nilai total aktivitas wisata signifikan yang terkait dengan GBR pada tahun 2015–16 diperkirakan memberikan kontribusi sekitar \$5,7 miliar terhadap perekonomian Australia.

Industri perikanan tangkap dan budidaya tumbuh subur berkat kekayaan dari keanekaragaman hayati di GBR. Industri-industri ini merupakan sumber pendapatan penting bagi masyarakat pesisir Queensland dan memainkan peran penting dalam industri makanan laut Australia. Penangkapan ikan komersial mengacu pada penangkapan ikan yang tidak didukung oleh campur tangan manusia untuk meningkatkan produksi,

sedangkan budidaya mengacu pada penangkapan ikan yang dibudidayakan. Nilai total perikanan tangkap dan budidaya komersial yang terkait dengan GBR pada tahun 2015–2016 diperkirakan memberikan kontribusi sekitar \$162 juta terhadap perekonomian Australia.

Banyaknya masyarakat yang tinggal di kawasan GBR yang memanfaatkan GBR untuk kegiatan rekreasi seperti mengunjungi pulau, *snorkeling*, menyelam, berlayar, berperahu, dan memancing. Kontribusi ekonomi GBR terhadap rekreasi tercermin dari pengeluaran jenis kegiatan rekreasi tersebut di wilayah GBR. Nilai total aktivitas rekreasi yang terkait dengan GBR pada tahun 2015–2016 diperkirakan menyumbang sekitar \$346 juta bagi perekonomian Australia.

Sebagai struktur kehidupan terbesar di planet ini dengan salah satu keanekaragaman spesies dan habitat terbesar, GBR telah menarik banyak peneliti yang bekerja di enam stasiun penelitian di sepanjang *Great Barrier Reef*. Di mata banyak orang, GBR adalah ekosistem laut tropis yang paling banyak dipelajari di dunia. Nilai total penelitian ilmiah dan pengelolaan terumbu karang yang terkait dengan GBR pada tahun 2015–2016 diperkirakan memberikan kontribusi sekitar \$182 juta terhadap perekonomian Australia.

B A G I A N



PERUBAHAN IKLIM DAN ANCAMAN TERHADAP TERUMBU KARANG



Keberadaan terumbu karang yang biasanya ditemukan di perairan dangkal pesisir³⁰ menyebabkannya berada dalam posisi berhadapan langsung dengan manusia yang bermukim di wilayah pesisir, dimana kegiatan-kegiatannya dalam banyak kasus merupakan ancaman langsung terhadap keberadaan dan keberlanjutan terumbu karang. Pada konteks ini, ancaman didefinisikan sebagai semua kegiatan manusia yang memberikan dampak negatif terhadap keberadaan dan keberlanjutan terumbu karang baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara umum, ancaman-ancaman terhadap terumbu karang sering dirinci oleh para pakar sebagai berikut:^{23,30,31}



PERUBAHAN IKLIM

Gambar 3.1 menyajikan rangkuman dampak negatif perubahan iklim terhadap terumbu karang, dimana sumber dampak negatif secara umum dibedakan menjadi (i) pemanasan laut, (ii) kenaikan muka laut, (iii) perubahan pola badai, (iv) perubahan curah hujan, (v) perubahan arus laut, dan (vi) pengasaman laut.



Peningkatan Gas Rumah Kaca dari kegiatan manusia menyebabkan Perubahan Iklim dan pengasaman laut

PERUBAHAN IKLIM = PERUBAHAN LAUT

CO₂

Lautan dunia menyerap karbon dioksida (CO₂) secara masif (*carbon sink*). Namun, penyerapan karbon ini juga dapat mengubah struktur kimiawi laut.

↑ Pembakaran bahan bakar fosil

↑ Produksi barang industri

↑ Budidaya hewan ternak

↑ Pemupukan tanaman pertanian

↑ Penggundulan hutan

PERUBAHAN IKLIM secara dramatis mempengaruhi EKOSISTEM TERUMBU KARANG



Pemanasan laut

stres termal



Kenaikan muka laut

sedimentasi



Perubahan pola badai

badai lebih sering dan lebih kuat



Perubahan curah hujan

peningkatan limpasan air tawar, sedimentasi dan pencemar dari darat



Perubahan arus laut

perubahan konektivitas dan rejim suhu



Pengasaman laut
akibat meningkatnya CO₂

penurunan nilai pH

Pemutihan coral

Penyakit menular

Pembekapan koral

Perusakan struktur terumbu

Ledakan populasi alga & air keruh

Menghilangkan makanan & penyebaran larva

Menurunkan laju pertumbuhan & integritas struktural

Dampak dapat terjadi dengan segera atau dalam jangka waktu panjang, secara langsung atau tidak langsung - koral yang melemah akan menjadi **rentan**.

Gambar 3.1

Infografis rangkuman dampak perubahan iklim terhadap terumbu karang (Sumber: [45]).



Perubahan iklim yang terjadi karena meningkatnya gas rumah kaca dan memanasnya iklim bumi⁴⁶ memberikan dampak negatif terhadap terumbu karang melalui peningkatan suhu permukaan laut dan keasaman (pH) air laut yang diakibatkannya⁴⁷. Peningkatan suhu permukaan laut menyebabkan karang scleractinia pembangun terumbu melepaskan *zooxanthellae* endosimbiotik yang menghuni tubuhnya ke badan air menimbulkan efek pemutihan (*bleaching*). Tingkat keparahan dan frekuensi pemutihan terumbu yang semakin luas dari tahun ke tahun sejak pertama kali dilaporkan pada 1979, dan terumbu karang semakin sulit untuk pulih dari pemutihan, dan dalam banyak kasus menyebabkan kematian massal karang^{22,48}. Pengamatan mutakhir menunjukkan bahwa pemutihan ternyata tidak hanya disebabkan oleh peningkatan suhu permukaan laut terkait El Nino^{52,53}, tetapi juga akibat turun drastisnya suhu perairan akibat La Nina^{54,55}.

Pengasaman (*acidification*) air laut terjadi karena meningkatnya kadar karbon dioksida (CO₂), berasal dari atmosfer, yang terserap dan larut ke dalam lautan. Meningkatnya CO₂ terlarut ini akan menurunkan pH (yang umumnya berkisar 8,1 atau bersifat basa) menjadikan laut lebih asam. Pengasaman menyebabkan, antara lain, rapuh dan melunaknya struktur kapur^{22,49,50}. Baik pemutihan maupun pelunakan, keduanya dalam jangka panjang akan menyebabkan hilangnya terumbu karang sebagai ekosistem khas pesisir dan fungsinya sebagai habitat bagi banyak kehidupan laut^{22,40,41,42,51}.

Disamping kenaikan suhu permukaan laut dan pengasaman air laut, perubahan iklim juga memberikan dampak berupa peningkatan curah hujan yang menurunkan salinitas⁵⁶, disertai dengan peningkatan jumlah badai^{57,58} yang menekan integritas struktural terumbu, dan perubahan pola arus^{59,60} yang mengganggu atau mengubah rantai makanan dan penyebaran larva. Selain itu, kenaikan permukaan air laut yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan terumbu, menyebabkan berkurangnya tingkat penetrasi cahaya ke dalam laut dan hewan karang sehingga menghalangi proses fotosintesis alga simbiosis, dan pada tahap ini terumbu tidak mendapat cahaya secara memadai¹⁰². Hal ini meningkatkan kerentanan terumbu karang baik terhadap dampak perubahan iklim itu sendiri maupun kegiatan-kegiatan manusia yang telah mendegradasinya selama ini.

PROYEKSI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP TERUMBU KARANG DI INDONESIA

Simulasi *Annual Severe Bleaching* dengan Skenario RCP

Penaikan Suhu Permukaan laut (*Sea Surface Temperature-SST*) merupakan dampak langsung dari perubahan iklim global. IPCC [93] telah mengembangkan skenario emisi gas rumah kaca dengan menggunakan indikator RCP atau *Representative Concentration Pathways* sebagai basis simulasi dampak perubahan iklim terhadap semua ekosistem di dunia termasuk laut. Skenario RCP ini selanjutnya dapat digunakan untuk membuat simulasi seberapa besar dampak perubahan iklim terhadap Ekosistem Terumbu Karang.

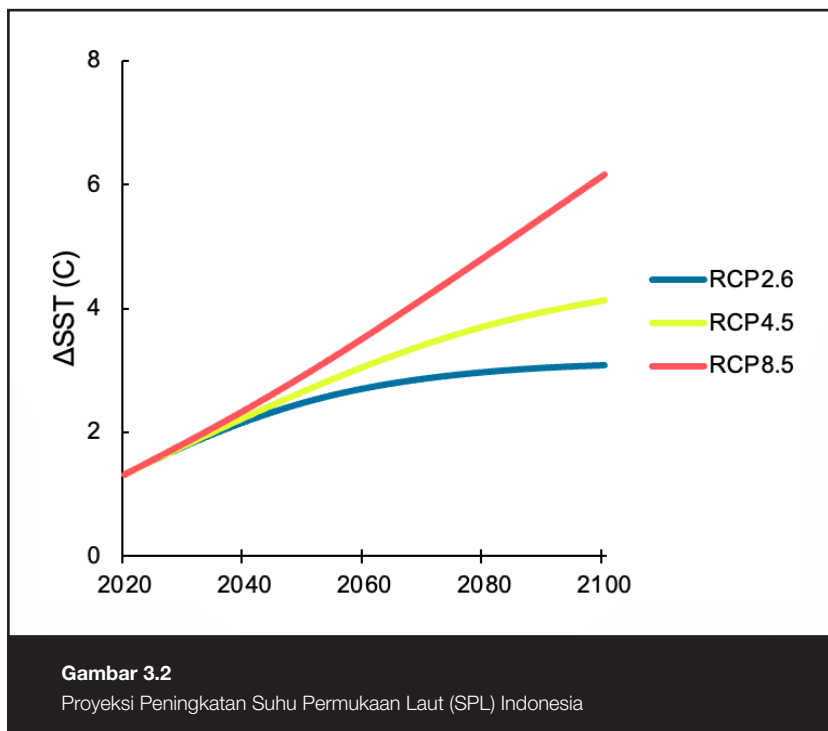
Terdapat empat skenario RCP, masing-masing mencerminkan berbagai tingkat emisi gas rumah kaca pada abad ke-21. Skenario utama yang perlu dijadikan acuan seluruh pihak untuk bertindak adalah **RCP2.6 (Stabilisasi Radiatif)** yang mewakili situasi dimana tindakan mitigasi yang signifikan diambil untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Emisi akan mencapai puncaknya pada pertengahan abad ke-21 dan kemudian berkurang secara drastis. Dampak perubahan iklim pada skenario ini berada pada

batas stabilisasi suhu global pada kenaikan kurang dari 2° Celsius di atas tingkat pra-industri. **RCP4.5 (Peningkatan Moderat)** mencerminkan penurunan relatif dalam laju pertumbuhan emisi, tetapi masih ada peningkatan. Langkah-langkah mitigasi moderat diambil untuk mengurangi emisi. Dalam skenario ini, kenaikan suhu global lebih tinggi dibandingkan dengan RCP2.6. Sementara itu, Skenario yang sangat perlu dihindari adalah **RCP8.5 (Pertumbuhan Tinggi)** atau yang sering disebut sebagai “*business as usual*” yang mencerminkan ketiadaan langkah mitigasi yang signifikan, dan emisi terus meningkat dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi. Skenario ini menghasilkan kenaikan suhu global yang sangat tinggi, melebihi 4° Celsius di atas tingkat pra-industri.

Setiap skenario RCP memberikan pandangan tentang bagaimana perubahan iklim dapat berkembang

berdasarkan berbagai tingkat emisi gas rumah kaca. Pemahaman terhadap skenario-skenario ini membantu para peneliti dan pembuat kebijakan untuk merencanakan tindakan mitigasi yang lebih baik, termasuk untuk pengelolaan terumbu karang.

Dengan mengadaptasi model global, simulasi *system dynamics* antara skenario perubahan iklim dan kondisi laut menunjukkan bahwa peningkatan Suhu Permukaan Laut (SPL) atau SST di Indonesia dapat mencapai 0,54°C/dekade pada rentang 2020-2100 berdasarkan skenario RCP8.5 (lihat **Gambar 3.2**). Namun, apabila diterapkan upaya reduksi dan penyerapan emisi GRK, maka laju pemanasan laut dapat ditekan hingga 0,31°C/dekade (RCP4.5), bahkan di bawah 0,2°C/dekade (RCP2.6).



Dampak Pemanasan Suhu Global Terhadap Kondisi Terumbu Karang di Indonesia pada Tahun 2045

Indikator *Hotspot* dan *Degree Heating Week* (DHW) digunakan untuk mengukur skala fenomena pemutihan karang (*coral bleaching*) akibat perubahan iklim. Indikator *HotSpot* menandakan peningkatan suhu harian di perairan yang berpotensi menyebabkan terumbu karang mengalami pemutihan. Sementara itu, DHW merupakan akumulasi dari *HotSpot* yang menandakan anomali peningkatan suhu harian yang terjadi setiap minggunya, dan mengindikasikan sejauh mana efek dari *coral bleaching* dapat berdampak pada ekosistem terumbu karang.

DHW adalah ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana suhu permukaan laut telah melebihi batas

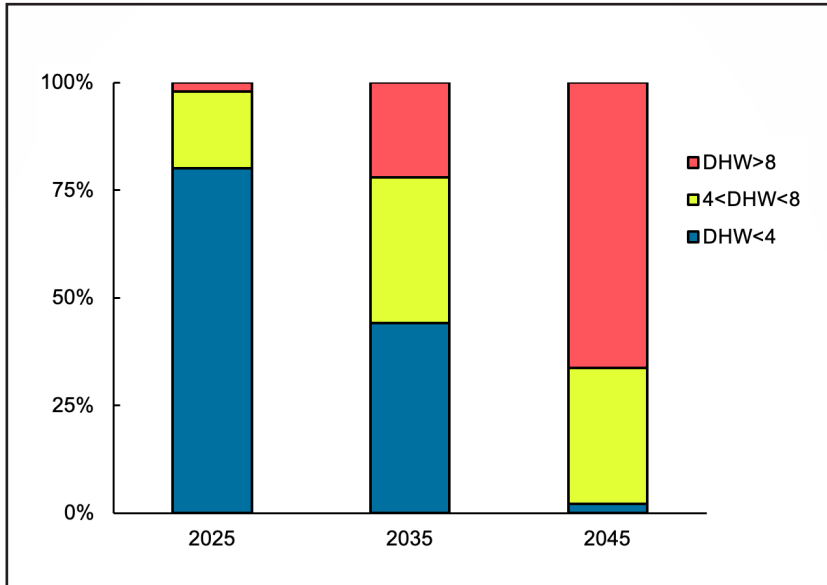
yang dapat ditoleransi oleh terumbu karang selama periode waktu tertentu. Dalam simulasi yang dilakukan, digunakan ambang batas DHW 4 dan DHW 8. DHW 4 menunjukkan bahwa suhu laut di suatu area telah melebihi ambang batas pemutihan selama 4 minggu, sementara DHW 8 menunjukkan bahwa suhu laut di suatu area telah melebihi ambang batas pemutihan selama 8 minggu. Semakin tinggi nilai DHW, semakin besar kemungkinan terumbu karang mengalami pemutihan yang parah, atau dikenal dengan istilah *Annual Severe Bleaching* (ASB). **Tabel 3.1** berikut menggambarkan skala tekanan yang dialami terumbu karang berdasarkan *HotSpot* dan DHW.

Tabel 3.1

Skala fenomena tekanan yang dialami terumbu karang berdasarkan peningkatan suhu permukaan laut dalam indikator *HotSpot* dan DHW⁹²

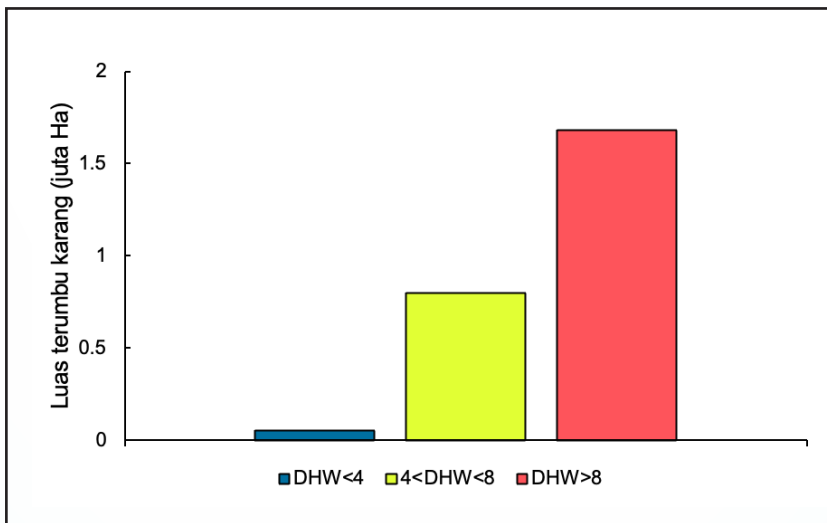
Tingkat Stress	Skala	Dampak terhadap terumbu karang
Tidak ada tekanan	$HotSpot \leq 0$	Tidak ada dampak
Bleaching Watch	$0 < HotSpot < 1$	Pemutihan belum tentu terjadi, namun perlu dipantau
Bleaching Warning	$HotSpot \geq 1$ dan $0 < DHW < 4$	Terdapat kemungkinan yang lebih tinggi bahwa terumbu karang mengalami pemutihan, namun tidak signifikan
Bleaching Alert Level 1	$HotSpot \geq 1$ dan $4 \leq DHW < 8$	Terumbu karang pasti mengalami pemutihan
Bleaching Alert Level 2	$HotSpot \geq 1$ dan $DHW \geq 8$	<i>Annual Severe Bleaching</i> (ASB), kemungkinan kematian pada terumbu karang yang mengalami pemutihan tinggi

Dengan asumsi bahwa tingkat keparahan DHW akan terus meningkat mengikuti tren peningkatan SPL, maka diprediksikan bahwa 66,34% terumbu karang Indonesia mengalami *Annual Severe Bleaching* (ASB) pada tahun 2045 atau lebih cepat berdasarkan skenario RCP8.5 (lihat **Gambar 3.3**). ASB terjadi ketika suatu area mencapai $DHW > 8$ setiap tahunnya. Sementara, skenario RCP4.5 dan RCP2.6 masing-masing diproyeksikan mengakibatkan 60,5% dan 56,26% luasan terumbu karang mengalami ASB pada 2045 atau lebih cepat.



Gambar 3.3

Proyeksi distribusi terumbu karang pada tiga klasifikasi tingkat DHW berdasarkan skenario RCP8.5



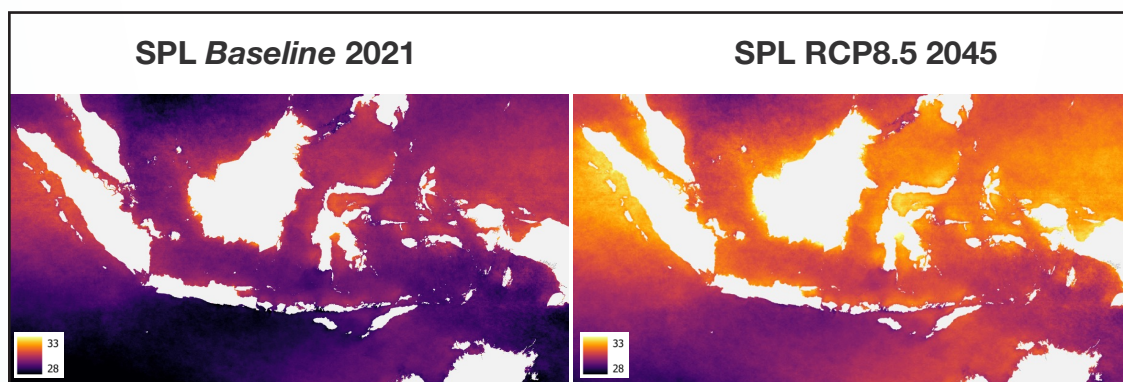
Gambar 3.4

Proyeksi luas terumbu karang berdasarkan tingkat DHW yang dialami pada tahun 2045 berdasarkan skenario RCP 8.5

Dengan mengacu pada luasan terumbu karang nasional sebesar 2,5 juta hektar pada tahun 2019, diproyeksikan bahwa sekitar 1,7 juta hektar terumbu karang Indonesia akan mengalami ASB pada tahun 2045 atau lebih cepat. Area lain yang tidak terdampak ASB, tetap memiliki kemungkinan mengalami pemutihan dengan skala dan tingkat keparahan yang lebih rendah. Terumbu karang yang mengalami ASB berisiko mengalami kematian permanen, apabila stres termal berkepanjangan. Dalam kondisi tersebut, mikroalga yang hidup menempel dan menyuplai makanan pada terumbu karang tidak dapat tumbuh kembali. Karang yang mati kemudian akan menjadi tempat tumbuh bagi makroalga. Akibatnya, tutupan karang (*coral cover*) berganti menjadi tutupan alga (*algae cover*) yang tidak mendukung keberadaan keanekaragaman hayati laut. Untuk mencegah dampak lingkungan dan ekonomi dari hilangnya fungsi terumbu karang, mitigasi perubahan iklim secara ambisius dibutuhkan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung pemulihan terumbu karang.

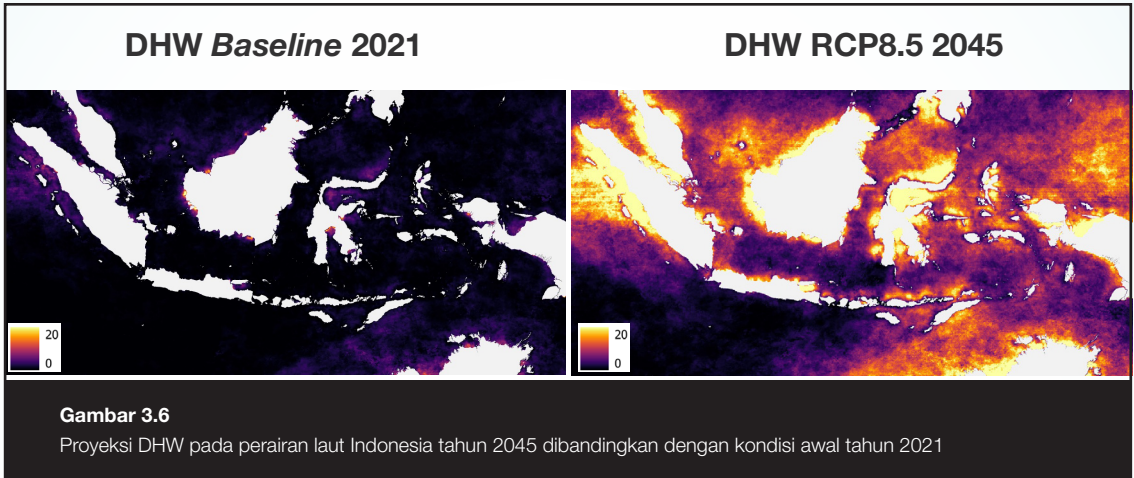
Analisis selanjutnya dilakukan menggunakan pendekatan spasial untuk melihat sebaran dampak peningkatan suhu permukaan air laut terhadap terumbu karang di Indonesia. Sebagai gambaran, peningkatan suhu permukaan air laut pada tahun 2045 dengan skenario RCP8,5 ditunjukkan pada **Gambar 3.5**. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 2045, tanpa ada upaya mitigasi yang signifikan, diperkirakan akan terjadi kenaikan suhu rata-rata permukaan air laut dengan suhu rata-rata mencapai 31,3°C (**Gambar 3.5**).

Analisis selanjutnya adalah melakukan estimasi dengan menggunakan pendekatan kombinasi antara model *System Dynamics* untuk proyeksi *Degree Heating Week* (DHW) dengan analisis spasial untuk melihat sebaran peningkatan suhu permukaan air laut dengan ambang batas DHW tertentu yang dapat mengakibatkan terumbu karang mengalami pemutihan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar daerah pesisir di Indonesia akan mengalami DHW > 8, sehingga berpotensi mengakibatkan sebagian besar terumbu karang di Indonesia mengalami *bleaching* (**Gambar 3.5**).



Gambar 3.5

Proyeksi kenaikan Suhu Permukaan Laut (SPL) pada tahun 2045 dibandingkan dengan kondisi tahun 2021



DHW yang terdapat pada **Gambar 3.6** merupakan hasil kombinasi perkalian antara kenaikan suhu dengan jumlah minggu. Sebagai contoh: DHW 8, dapat berarti terjadi kenaikan suhu satu derajat selama delapan minggu (1×8), atau kenaikan suhu dua derajat namun terjadi selama empat minggu (2×4).

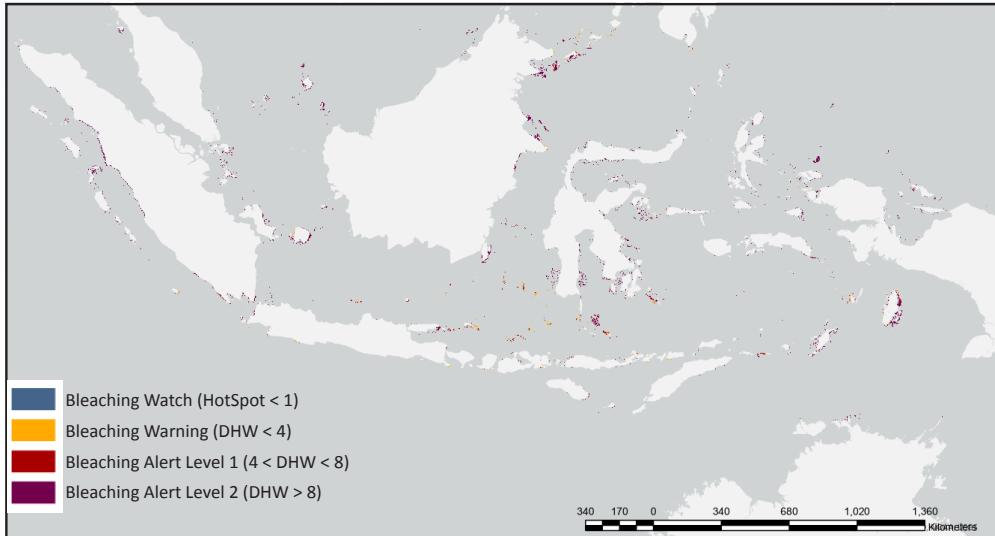
Dampak Terhadap Tutupan Karang Indonesia

Dengan menggunakan pendekatan yang sama antara analisis *system dynamics* dan analisis spasial, dapat diproyeksikan kondisi terumbu karang di Indonesia pada tahun 2045 yang terdampak perubahan iklim, khususnya akibat kenaikan suhu permukaan air laut (**Gambar 3.7**).

Secara visual, **Gambar 3.7** menunjukkan gambaran dari sebaran kondisi terumbu karang terhadap ancaman pemutihan yang dapat terjadi di dalam skenario RCP8.5 di tahun 2045 dengan meng-*overlay* kondisi DHW pada tahun 2045 dengan peta terumbu karang Indonesia. Skenario RCP8.5 dipilih mengingat pertimbangan bahwa kondisi tersebut akan menjadi proyeksi baseline dari terumbu karang di Indonesia yang terdampak oleh perubahan iklim, khususnya kenaikan suhu permukaan laut tanpa adanya upaya mitigasi secara khusus. Secara keseluruhan, nampak bahwa hampir tidak ada kondisi terumbu karang berada pada level batas

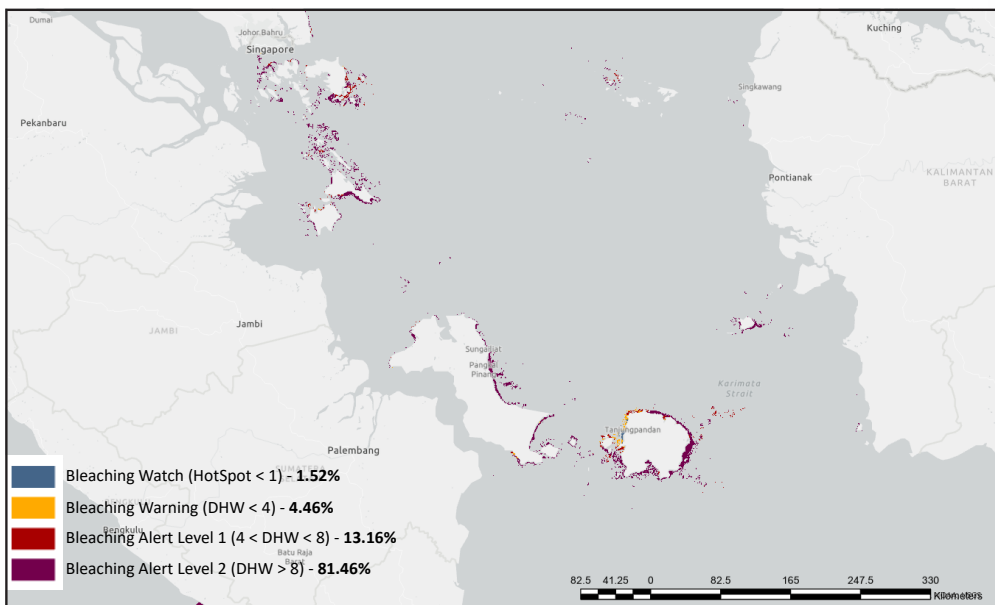
aman pemutihan karang (*bleaching watch*). Kondisi yang mendominasi adalah pemutihan terumbu karang dengan ancaman mortalitas tinggi yaitu ASB (*Bleaching Alert Level 2*) sebesar 66,34%.

Apabila dibandingkan dengan sebaran terumbu karang di Indonesia pada **Gambar 1.1**, beberapa lokasi harus mendapatkan perhatian pengelolaan terumbu karang secara khusus. Sebagai contoh, wilayah Indonesia Barat memiliki tutupan terumbu karang yang cukup baik di sekitar Kepulauan Riau dan Bangka Belitung, namun **Gambar 3.8** menunjukkan bahwa hampir keseluruhan terumbu karang di lokasi terancam kematian yang disebabkan kenaikan suhu permukaan laut yang drastis. Di kawasan ini, tingkat ASB terumbu karang cukup bervariasi meskipun secara dominan berada pada kondisi *bleaching alert*. Sekitar 81,46% terumbu karang di kawasan ini diperkirakan akan mengalami ASB pada tahun 2045.



Gambar 3.7

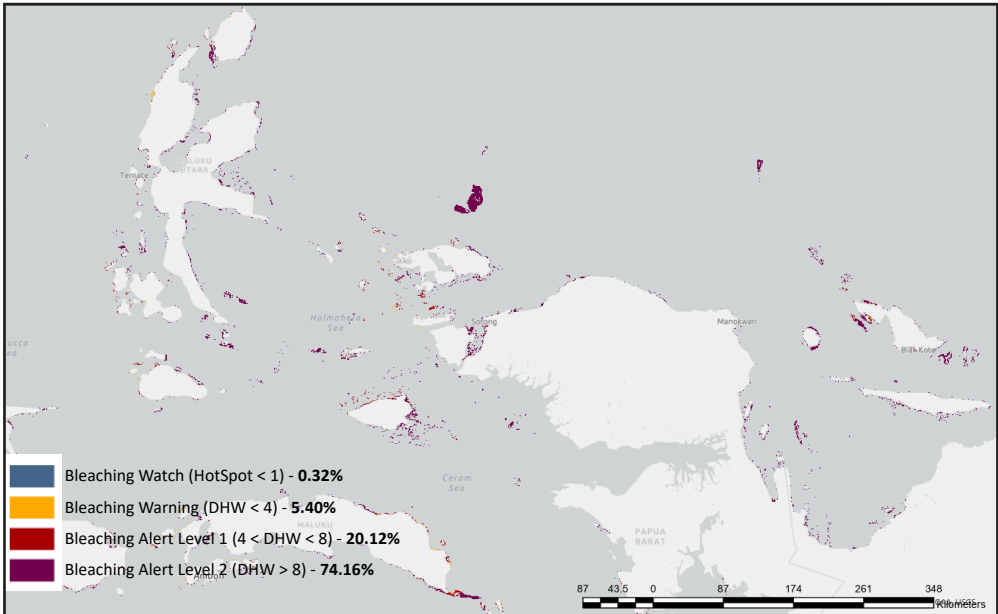
Peta *Annual Severe Bleaching* (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045



Gambar 3.8

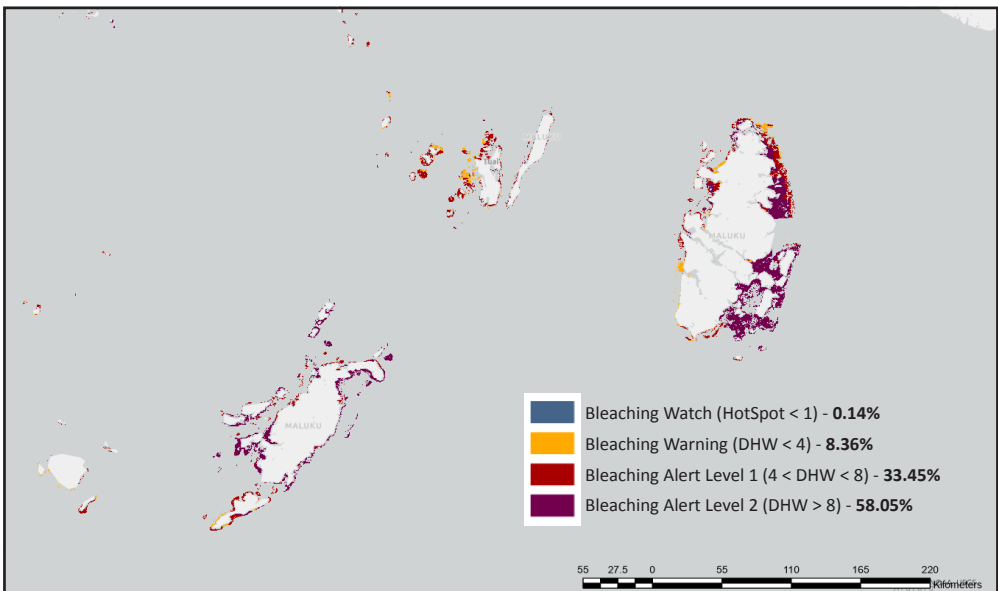
Peta *Annual Severe Bleaching* (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 di Kepulauan Riau dan Bangka Belitung

Sementara itu, gambaran wilayah Indonesia Timur yang menjadi bagian dari segitiga karang dunia juga tidak luput dari ancaman kematian yang disebabkan oleh pemutihan karang. Bahkan, wilayah yang menjadi ikon dari terumbu karang nasional seperti Raja Ampat (**Gambar 3.9**), dan Kepulauan Aru (**Gambar 3.10**) memiliki sebaran kerentanan yang tinggi dalam rentang *bleaching warning* hingga *bleaching alert level 2* yang mengindikasikan ancaman kematian. ASB di Kawasan kepala burung di Papua Barat Daya dan Papua Barat, termasuk Raja Ampat berada pada kisaran 74,16%, sedangkan di Kepulauan Aru, level ASB mencapai 58,05%.



Gambar 3.9

Peta *Annual Severe Bleaching* (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 yang terjadi di wilayah sekitar Maluku dan Papua, termasuk Raja Ampat



Gambar 3.10

Peta *Annual Severe Bleaching* (ASB) Level dengan Skenario RCP8.5 pada tahun 2045 yang terjadi di wilayah Kepulauan Aru

PENANGKAPAN IKAN DENGAN CARA-CARA MERUSAK

Keinginan untuk mendapat keuntungan dengan cara cepat dan mudah telah menyebabkan maraknya penggunaan bahan peledak dan racun untuk menangkap ikan²⁴ terutama jenis ikan pelagis kecil dan ikan terumbu yang bernilai komersial. Akibatnya terumbu karang hancur^{24,32} dan fungsinya sebagai habitat bagi beragam kehidupan laut juga ikut hilang^{24,30}. Hal ini disebabkan karena, dalam banyak kasus, kerusakan terumbu yang terjadi sama sekali tidak dapat pulih secara alami³⁰. Selain peledak dan racun, penggunaan jala (muro-ami) dan perangkap (bubu)²⁴ yang ditanam pada terumbu juga merupakan cara penangkapan ikan yang merusak terumbu secara langsung. Disamping itu, penambatan jangkar yang tidak bertanggung jawab dapat menimbulkan kerusakan pada terumbu karang^{23,33,34}.

PEMBANGUNAN PESISIR

Meningkatnya jumlah penduduk yang bermukim di wilayah pesisir, mendorong pembangunan fisik secara masif antara lain untuk perumahan/pemukiman beserta sarana dan prasarana pendukung, dapat berpotensi menimbulkan ancaman langsung terhadap terumbu karang. Kegiatan-kegiatan seperti penggunaan karang untuk reklamasi pantai diketahui dapat merusak terumbu karang^{23,31}. Sementara di pulau-pulau kecil, pengambilan terumbu untuk dijadikan fondasi bangunan dan jalan³⁵, dan penambangan pasir untuk bahan bangunan³⁶, merupakan kegiatan-kegiatan yang merusak terumbu karang secara langsung.

PENCEMARAN

Perubahan tata guna-lahan akibat pembangunan pesisir, dan kebutuhan untuk memelihara sarana dan infrastruktur sering menimbulkan pencemaran lingkungan yang pada gilirannya mengancam langsung terumbu karang. Secara umum, pencemaran tersebut dapat dibedakan berdasarkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan di darat^{37,38}, dan di laut²³. Sumber pencemaran yang berasal dari kegiatan di darat^{37,38}, antara lain, adalah (i) sedimentasi, yang timbul dari pembangunan pesisir, air limbah buangan perkotaan, dan pertanian; (ii) bahan organik atau zat hara (nitrogen dan fosfor) akibat penggunaan pupuk untuk pertanian dan detergen untuk rumah tangga, limbah rumah tangga dan limbah hewan ternak; (iii) bahan beracun, seperti logam berat, kimiawi organik dan pestisida dari limbah industri, limpasan perkotaan dan pertanian, serta pertambangan; dan (iv) sampah padat dan plastik, yang berasal dari pembuangan yang tidak dikelola. Pencemaran dari kegiatan manusia di laut²³ meliputi, tetapi tidak terbatas pada, pencemaran dan sedimentasi akibat pengerukan pelabuhan atau jalur pelayaran, buangan dan tumpahan minyak, serta buangan air pemberat kapal (*ballast water*). Semua pencemaran ini, secara tunggal maupun bersamaan berdampak negatif terhadap spesies karang, komunitas terumbu, dan ekosistem terumbu karang.

SEDIMENTASI



Sedimentasi berdampak langsung terhadap terumbu karang dengan cara, antara lain, menghalangi cahaya matahari yang dibutuhkan oleh *zooxanthellae* untuk berfotosintesis dan tumbuh melalui kekeruhan yang ditimbulkannya, dan menutupi pori-pori terumbu yang secara perlahan akan membunuh spesies karang³⁹. Dua hal ini mengganggu kemampuan pulih spesies karang dan kemampuan terumbu karang sebagai ekosistem yang menyediakan habitat bagi beragam kehidupan laut lainnya.

PENCEMARAN BAHAN ORGANIK/ ZAT HARA



Terumbu karang selalu dijumpai di perairan dengan zat hara rendah²⁰, sehingga mereka rentan terhadap pencemaran bahan organik. Kerusakan yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik pada terumbu karang terjadi melalui (i) peningkatan zat hara seperti nitrogen, fosfor dan senyawa organik; (ii) peningkatan kekeruhan yang membatasi penetrasi cahaya; dan (iii) peningkatan zat hara yang dilepaskan oleh sedimen/endapan akibat dinamika arus dasar perairan. Meningkatnya zat hara akan mengganggu secara langsung fisiologi individu spesies karang dan menurunkan laju pengapuran (*calcification rates*) di tingkat spesies, komunitas maupun ekosistem^{22,40}. Pencemaran organik mendorong tumbuhnya alga yang berkompetisi langsung dengan terumbu karang dalam memperebutkan oksigen, sehingga memperlemah proses pengapuran spesies karang, dan secara bertahap mengubah keseimbangan ekosistem menjadi ekosistem yang tidak didominasi lagi oleh terumbu^{20,22,40,41}. Pencemaran bahan organik juga sering dikaitkan dengan meningkatnya jumlah hama pemangsa karang, seperti bintang laut mahkota berduri *Acanthaster planci*²⁰.

PENCEMARAN BAHAN BERACUN



Pencemaran senyawa kimia beracun (*toxic chemicals*), yang lebih dikenal di Indonesia dengan sebutan bahan beracun, umumnya berasal dari beragam kegiatan seperti permukiman dan perkotaan, pertanian (termasuk perkebunan dan peternakan), industri, dan perubahan gunalahan⁴². Pestisida, terutama dari kegiatan pertanian, mempengaruhi reproduksi, pertumbuhan, dan proses fisiologis karang lainnya; sementara herbisida, mempengaruhi fisiologi alga simbiosis spesies karang (*zooxanthellae*) yang mengakibatkan terganggunya hubungan simbiosis alga-karang dan menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*). Logam berat, seperti merkuri dan timbal, dan bahan kimia organik, seperti polychlorobiphenyls (PCB), oxybenzone dan dioxin, dicurigai mempengaruhi reproduksi, laju pertumbuhan, makan, dan respons pertahanan karang⁴².

PENCEMARAN SAMPAH PLASTIK DAN PLASTIK MIKRO



Pencemar plastik dibedakan berdasarkan ukurannya (makro/besar, mikro <5 mm, dan nano <100 nm)⁴³ dan dapat bersumber dari manapun seperti, antara lain, perkotaan dan permukiman yang terbawa sungai berakhir di laut, buangan langsung limbah padat dari kapal, dan kegiatan perikanan⁴⁴. Kajian termutakhir menunjukkan bahwa sebagian besar sampah plastik yang terekam pada terumbu karang adalah plastik makro, yang terutama berasal dari kegiatan perikanan²¹. Sampah plastik seperti kantong, botol, dan alat tangkap ikan yang dibuang ke laut dapat tersangkut di karang dan menghalangi sinar matahari yang dibutuhkan untuk fotosintesis, serta dapat menjerat dan membunuh organisme terumbu dan mematahkan atau merusak karang^{21,43}. Plastik dan plastik mikro yang terdegradasi dapat dikonsumsi oleh karang dan beragam hewan penghuni ekosistem terumbu karang, menghalangi saluran pencernaan mereka, dan berpotensi menimbulkan keracunan⁴⁴.



Bintang laut mahkota berduri (*Acanthaster planci*) pemangsa karang

B A G I A N

4

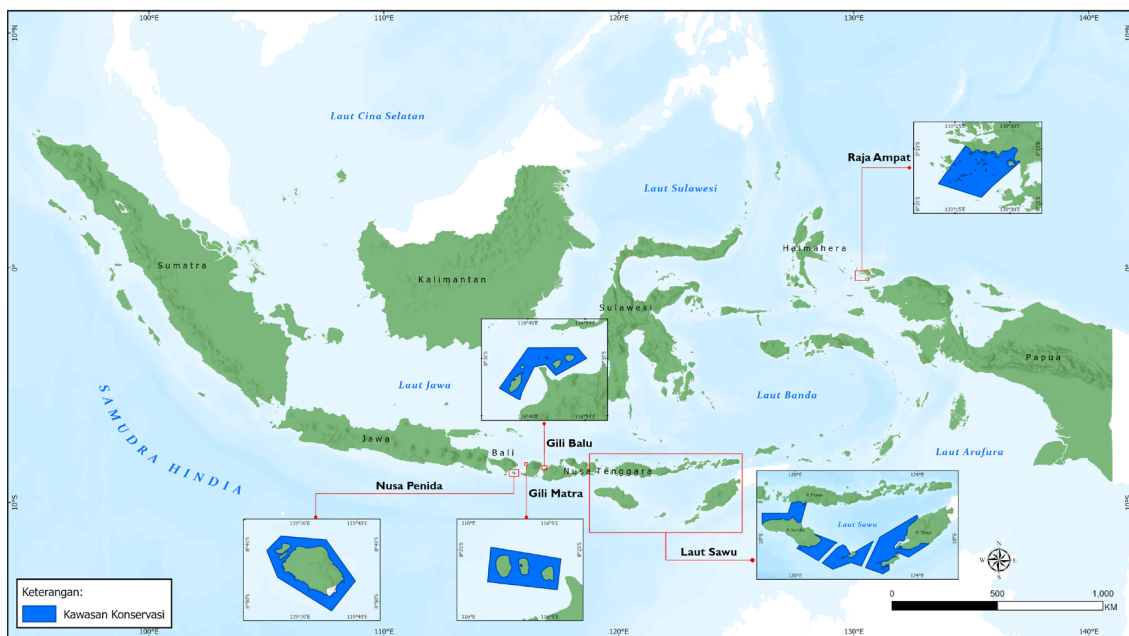
MEMPERKUAT PENGELOLAAN TERUMBU KARANG



PENGURANGAN ANCAMAN DAN PERBAIKAN EKOSISTEM TERUMBU KARANG (STUDI KASUS PROJECT COREMAP-CTI)

Tingginya ancaman kegiatan manusia terhadap terumbu karang, mendorong diperlukannya sejumlah intervensi untuk mengurangi atau memitigasi ancaman-ancaman tersebut sekaligus memperbaiki kondisi terumbu karang. Beragam intervensi dilakukan di lima lokasi (**Gambar 4.1**) dan secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 intervensi, yaitu:

- 1 | Intervensi berbasis Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu atau PWPT (*Integrated Coastal Zone Management, ICZM*), dan
- 2 | Intervensi pemanfaatan berkelanjutan kawasan konservasi laut oleh masyarakat. Disamping itu, COREMAP-CTI juga melakukan kegiatan-kegiatan seperti restorasi ekosistem pesisir, dan perlindungan jenis endemik, terancam, dan dilindungi (*Endangered, Threatened and Protected* atau ETP).



Gambar 4.1

Lokasi-lokasi intervensi COREMAP-CTI

Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu (PWPT) merupakan sebuah pendekatan untuk mewujudkan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) di Provinsi Papua Barat, khususnya di Kabupaten Raja Ampat. Disamping bertujuan untuk menyokong perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan berkelanjutan terumbu karang melalui kawasan-kawasan konservasi laut yang dikelola efektif untuk menyokong pariwisata bahari, perikanan tangkap, dan budidaya berkelanjutan, PWPT juga mendorong partisipasi aktif masyarakat pesisir adat maupun non-adat dalam beragam kegiatan pengelolaan dan pemanfaatan berkelanjutan terumbu karang.

Boks 4.1



Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu untuk mewujudkan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil dan pengelolaan Kawasan Konservasi Laut

RZWP3K dan PWPT merupakan kombinasi ideal untuk menangani pembangunan wilayah pesisir yang tidak terkendali, sekaligus mendorong pembentukan kawasan-kawasan konservasi laut sebagai kendaraan untuk menanggulangi penangkapan ikan dengan cara-cara merusak, disamping melindungi beragam spesies yang dilindungi, dan memfasilitasi restorasi ekosistem penting pesisir. Program intervensi COREMAP-CTI di Provinsi Papua Barat bertujuan untuk mempercepat terlaksananya RZWP3K dan pengelolaan kawasan-kawasan konservasi perairan laut terutama di Kabupaten Raja Ampat⁶¹.

Dua tahun adalah waktu yang pendek untuk dapat memberikan dampak positif intervensi yang direncanakan. Meskipun demikian, beberapa luaran yang berpotensi menghasilkan dampak positif dalam jangka panjang di Provinsi Papua Barat adalah (i) meningkatnya pengetahuan dan keterampilan pemerintah daerah dalam pengelolaan wilayah pesisir, termasuk kemampuan untuk berkolaborasi dan saling menguatkan dengan unit-unit pemerintahan daerah lainnya dalam menyusun strategi pelaksanaan program pengelolaan pesisir; dan (ii) meningkatnya pengetahuan dan kapasitas masyarakat setempat tentang pengelolaan kawasan konservasi dan ekosistem penting laut⁶¹.

Pemanfaatan Berkelanjutan Kawasan Konservasi Laut oleh Masyarakat

merupakan intervensi yang dirancang untuk mendukung masyarakat setempat dalam menangkap peluang ekonomi melalui kegiatan seperti pariwisata bahari dan penangkapan ikan secara berkelanjutan, termasuk mengeksplorasi potensi Pembayaran Jasa Ekosistem (*Payment of Ecosystem Services* atau PES) bagi pembiayaan berkelanjutan pengelolaan kawasan konservasi. Disamping itu, kegiatan ini juga bertujuan melibatkan masyarakat agar aktif dalam pengawasan dan pengamanan kawasan konservasi. Beragam kegiatan terkait pariwisata bahari yang dilakukan meliputi, antara lain, (i) pembangunan infrastruktur ekowisata, seperti pusat informasi wisata, dan kajian daya dukung, dan (ii) pengembangan usaha ekonomi secara lengkap dari pelatihan keterampilan, penyusunan rencana usaha, dan penyediaan fasilitas usaha. Sementara kegiatan terkait dengan penangkapan ikan berkelanjutan adalah (i) pemberian dukungan kepada nelayan setempat agar dapat mengakses sumberdaya ikan dalam kawasan konservasi, dan (ii) kajian rantai pasok untuk komoditas perikanan seperti tuna, kakap dan rumput laut. Untuk melibatkan masyarakat dalam pengelolaan kawasan konservasi, kegiatan yang dilakukan meliputi (i) penguatan kapasitas masyarakat untuk terlibat dalam pengelolaan dan pengawasan kawasan, dan (ii) peningkatan sistem pengawasan melalui pembangunan menara pemantau beserta sarana dan prasarana pengawasan.

Boks 4.2

Pemanfaatan Berkelanjutan Kawasan Konservasi Laut oleh Masyarakat

Pelibatan masyarakat setempat dalam pemanfaatan berkelanjutan di Kawasan Konservasi Perairan (KKP) Raja Ampat bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan kawasan konservasi melalui ekowisata bahari dan perikanan berkelanjutan. Meski dampak positif dari program belum dapat dirasakan oleh masyarakat dan lingkungan secara langsung, kegiatan yang didukung COREMAP-CTI memungkinkan tersedianya mekanisme pengelolaan keuangan kelompok untuk membiayai perawatan aset ekowisata. Selain itu, kini masyarakat setempat telah memiliki kurikulum pelatihan penguatan masyarakat yang sesuai dengan kondisi pengetahuan dan kebutuhan masyarakat di Raja Ampat, disamping terjadinya percepatan menggunakan teknologi oleh masyarakat untuk mengembalikan kegiatan wisata di Kabupaten Raja Ampat pasca pandemi. Pembelajaran yang diperoleh dari Raja Ampat adalah bahwa pelibatan aktif masyarakat dan pemangku kepentingan setempat sangat membantu dalam mencapai luaran dan hasil program⁶².

Kegiatan serupa di KKP Laut Sawu memberikan indikasi awal tentang dampak positif yang diharapkan. Pertama, pelatihan bagi masyarakat pelaku wisata setempat mendukung langsung pengelolaan dan pemanfaatan menara pantau untuk mengamati paus, dan Pusat Informasi Ekowisata yang dibangun dengan pendanaan dari COREMAP-CTI. Kedua, pembangunan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga membantu kesinambungan usaha perikanan pasca-panen, disamping penerangan desa. Ketiga, penguatan kapasitas masyarakat, pemerintah daerah dan pengelola Taman Nasional Laut Sawu dapat secara langsung menopang pengelolaan ekowisata di dalam kawasan. Keempat, pelatihan rehabilitasi mangrove dan terumbu karang bagi para pemangku kepentingan setempat memberi peluang untuk memperbaiki kondisi ekosistem-ekosistem penting dalam kawasan⁶³.



Penguatan kelembagaan pengawasan kawasan konservasi berbasis masyarakat dilakukan untuk melibatkan masyarakat dalam upaya mengawasi dan mengamankan kawasan dari kegiatan-kegiatan pelanggaran dan ilegal, melalui kelompok masyarakat pengawas (POKMASWAS). Dampak positif awal yang terekam meliputi (i) terbangunnya kapasitas untuk mendukung keberlanjutan kelembagaan, dan (ii) tersedianya dukungan sarana, prasarana dan operasional. Disamping itu, terjadi perluasan jejaring POKMASWAS, dan kerjasama dengan aparat penegak hukum untuk memperkuat upaya pengawasan dan pengamanan kawasan konservasi⁶⁴.

Pelibatan masyarakat adat dalam pengelolaan sumberdaya hayati adalah penting untuk menjamin

keberlanjutan sumberdaya. COREMAP-CTI melakukan kegiatan di Taman Nasional Perairan (TNP) Laut Sawu dan Suaka Alam Perairan (SAP) Kepulauan Raja Ampat bertujuan untuk memperkuat praktik pengelolaan sumberdaya pesisir dan perikanan berbasis masyarakat adat yang mulai mendapat perhatian serius dari para pihak. Dampak positif awal yang dirasakan oleh masyarakat adat adalah tertatanya pengelolaan perikanan berkelanjutan dengan cara-cara tradisional, dan penerapan hukum adat dalam pelaksanaan pengawasan dan pengamanan wilayah adat yang didukung oleh pemerintah daerah⁶⁵.

Adapun kegiatan relevan lain yang dilakukan oleh COREMAP-CTI adalah (i) restorasi ekosistem penting pesisir, seperti mangrove, terumbu karang, dan lamun, yang mengalami degradasi, dan (ii) melaksanakan Rencana Aksi Nasional (RAN) Jenis Terancam untuk melindungi jenis-jenis yang terancam punah, terancam, dan dilindungi (*Endangered, Threatened and Protected/ETP*).

PERBAIKAN TATA KELOLA RISET TERUMBU KARANG

Pentingnya ekosistem terumbu karang tidak bisa dianggap remeh; oleh karena itu, tata kelola kelautan yang efektif dan didasari oleh kajian ilmiah sangatlah penting untuk perlindungan ekosistem terumbu karang sesuai dengan fungsi ekologisnya, sebagai rumah bagi berbagai jenis keanekaragaman hayati laut, perikanan, pariwisata laut dan fungsi perlindungan pantai. Ekosistem terumbu karang adalah sumber daya global yang dikelola bersama di bawah yurisdiksi nasional (seperti, perairan teritorial), namun menjadi perhatian internasional. Penelitian mendatang mengenai pengelolaan terumbu karang perlu lebih mendalam dalam memahami dampak perubahan iklim, polusi, tekanan manusia, dan upaya-upaya restorasi terhadap keberlanjutan ekosistem terumbu karang. Hasil-hasil riset terobosan kedepan akan memungkinkan kita untuk mengembangkan strategi pengelolaan yang lebih efektif, melindungi keanekaragaman hayati laut, dan memastikan bahwa terumbu karang tetap menjadi sumber daya yang berharga bagi lingkungan dan masyarakat. Dibutuhkan penyesuaian aktivitas antara riset ekologi laut, terumbu karang, dan perikanan dengan isu-isu terkini, penguatan tata kelola kelautan jangka menengah dan jangka panjang.

Menurut Haas *et al.* [66], risiko tata kelola kelautan di masa mendatang masih akan berkisar pada tiga risiko utama (**Gambar 4.2.1**) yang berkaitan erat dengan implementasi Target Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), yaitu: (1) dampak eksploitasi sumber daya kelautan yang berlebihan, misalnya penangkapan ikan yang berlebihan (SDG12, SDG14, SDG16); (2) distribusi akses dan manfaat jasa ekosistem laut yang tidak merata, seperti transfer teknologi dan kesenjangan gender (SDG1, SDG8, SDG10, SDG16); dan (3) adaptasi yang tidak memadai atau tidak tepat terhadap perubahan kondisi laut, misalnya pemanasan dan pengasaman laut serta kenaikan permukaan laut (SDG1, SDG13, SDG11, SDG16). Selaras dengan SDGs yang terdiri dari 17 tujuan yang berupaya mencapai pembangunan berkelanjutan dalam sektor sosial, ekonomi, dan ekologi, sangatlah terkait satu sama lain⁶⁷ dan kemajuan menuju tujuan-tujuan tersebut kemungkinan besar akan berdampak pada lautan. Mengingat terumbu karang adalah ekosistem yang sangat penting bagi Indonesia, maka urgensi riset terobosan (*breakthrough*) untuk terumbu karang di Indonesia sangatlah besar.



RISIKO 1	RISIKO 2	RISIKO 3
 <p>Dampak eksploitasi berlebih terhadap sumberdaya laut</p>	 <p>Ketidaksetaraan jasa ekosistem laut</p>	 <p>Adaptasi yang tidak memadai terhadap laut yang berubah</p>
<p>Tindakan Payung</p>	<p>Tindakan Payung</p>	<p>Tindakan Payung</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan pengelolaan berbasis tempat • Model bisnis laut yang inovatif • Penyediaan basis legal 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pengambilan keputusan yang adil • Pengaturan pembagian manfaat yang eksplisit • Membangun kapasitas bagi mereka yang tak terdengar 	<ul style="list-style-type: none"> • Merencanakan, memahami dan berbagi pendekatan berbeda • Kerjasama jangka panjang • Selalu siap untuk memberi tanggapan
<p>Contoh Tindakan</p>	<p>Contoh Tindakan</p>	<p>Contoh Tindakan</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan rencana analisis dampak nasional • Mendorong skema sertifikasi atau ekolabel • Mengembangkan kerangka legislatif dan regulasi yang konsisten 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki representasi pemangku kepentingan yang lebih seimbang • Ko-produksi tulus untuk memperkuat suara semua pihak yang terlibat • Tekanan bawah-atas dari kelompok-kelompok kuat untuk mempengaruhi negara-negara kunci agar mendorong perundingan 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat data pemantauan bebas diakses oleh publik • Meningkatkan kerjasama antara ilmuwan, industri dan pemegang pengetahuan tradisional dan adat • Melaksanakan dan mempercepat pengelolaan adaptif

Gambar 4.2

Tindakan-tindakan payung dan spesifik untuk bergerak maju menuju kondisi yang lebih berkelanjutan di 2030 dimana kompleksitas tata kelola laut merupakan bagian tak terpisahkan. Tindakan-tindakan dilakukan untuk menanggapi tiga risiko kunci: (1) dampak dari eksploitasi berlebih sumberdaya laut; (2) ketidaksetaraan atau ketidakadilan distribusi akses ke dan manfaat dari jasa-jasa ekosistem laut; dan (3) adaptasi yang tidak memadai terhadap laut yang sedang berubah (Sumber: [66]).

PENINGKATAN KAPASITAS SUMBERDAYA MANUSIA DAN KELEMBAGAAN SERTA KEBUTUHANNYA

Upaya peningkatan kapasitas perlu menjadi prioritas untuk memastikan bahwa individu dan lembaga memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sumber daya yang diperlukan untuk melindungi dan mempertahankan ekosistem terumbu karang.

Meningkatkan efektivitas pengelolaan terumbu karang membutuhkan penyiapan kapasitas sumber daya manusia dan kelembagaan, baik bagi otoritas pengelola maupun pemangku kepentingan pendukung^{68,69}. Upaya peningkatan kapasitas perlu menjadi prioritas untuk memastikan bahwa individu dan lembaga memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sumber daya yang diperlukan untuk melindungi dan mempertahankan ekosistem terumbu karang. Kebutuhan akan peningkatan kapasitas memiliki spektrum yang cukup luas, seperti pengetahuan dan keterampilan dalam aspek ilmiah terumbu karang, kebijakan dan peraturan, membangun kemitraan dan resolusi konflik, hingga pemantauan dan pelaporan^{68,69}. Sebagai informasi, sebagian besar kegiatan yang dilakukan oleh para mitra COREMAP-CTI memiliki komponen penguatan kapasitas yang terintegrasi^{61,62,63,64,65}. **Tabel 4.1** dan **4.2** menyajikan beberapa kebutuhan pengembangan kapasitas utama bagi para pemangku kepentingan dan otoritas pengelola.

Tabel 4.1
Kebutuhan pengembangan kapasitas individu pemangku kepentingan dan otoritas pengelola

KELOMPOK KEBUTUHAN KAPASITAS	RINCIAN KEBUTUHAN KAPASITAS
<p>1. Pengetahuan dan keterampilan ilmiah terumbu karang:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan dan pemahaman yang memadai tentang ekosistem terumbu karang, termasuk pentingnya ekosistem ini serta ancaman-ancaman yang dihadapi. • Pengetahuan dan pemahaman teknik pemantauan dan penilaian kondisi ekosistem terumbu karang. • Familiar dengan metode pengumpulan dan analisis data terumbu karang.
<p>2. Kesadaran mengenai kebijakan dan peraturan terkait terumbu karang:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan tentang kebijakan dan peraturan terumbu karang dan lingkungan yang relevan. • Pemahaman tentang implikasi dari kebijakan dan peraturan yang ada terhadap pengelolaan terumbu karang di tingkat lokal.
<p>3. Pelibatan masyarakat:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemahaman dan kemampuan dalam membangun kepercayaan dan hubungan kerjasama dengan masyarakat setempat. • Keterampilan dalam menjalankan program konservasi yang melibatkan masyarakat.
<p>4. Pendidikan dan penjangkauan:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan komunikasi dan penjangkauan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. • Mengembangkan dan menyampaikan program pendidikan untuk sekolah dan masyarakat. • Memanfaatkan multimedia dan media sosial untuk penjangkauan kepada masyarakat.
<p>5. Pengelolaan sumberdaya:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan komunikasi dan penjangkauan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. • Mengembangkan dan menyampaikan program pendidikan untuk sekolah dan masyarakat. • Memanfaatkan multimedia dan media sosial untuk penjangkauan kepada masyarakat.
<p>6. Adaptasi perubahan iklim:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami dampak perubahan iklim terhadap terumbu karang. • Kapasitas untuk mengimplementasikan kegiatan restorasi terumbu karang dan inisiatif untuk meningkatkan ketahanan karang (coral resilience). • Pengetahuan tentang strategi adaptasi perubahan iklim.

7. Pengumpulan data dan pelaporan:

- Pemahaman metodologi dan alat pengumpulan data, khususnya dalam hal pemantauan kondisi terumbu karang dan aktivitas pemanfaatannya.
- Keterampilan pengelolaan dan analisis data serta pelaporan yang efisien.
- Keterampilan menyampaikan hasil analisis dan menerjemahkannya kedalam usulan perbaikan pengelolaan.
- Keterampilan untuk menyampaikan data dan hasil analisisnya secara efektif agar mudah dipahami oleh pemangku kepentingan.

Tabel 4.2

Kebutuhan pengembangan kapasitas kelembagaan otoritas pengelola

KELOMPOK KEBUTUHAN KAPASITAS	RINCIAN KEBUTUHAN KAPASITAS
1. Kepemimpinan dan Tata Kelola:	<ul style="list-style-type: none"> • Kepemimpinan yang efektif untuk pengambilan keputusan dan implementasi kebijakan. • Struktur dan proses tata kelola yang transparan dan akuntabel. • Perencanaan strategis untuk pengelolaan terumbu karang jangka panjang.
2. Kapasitas Ilmiah untuk Pemantauan dan Evaluasi:	<ul style="list-style-type: none"> • Kolaborasi dengan lembaga penelitian dan para ahli. • Keberadaan unit yang bertanggung jawab untuk kegiatan penelitian dan pemantauan ilmiah • Sistem pengelolaan data untuk menyimpan dan menganalisis temuan hasil pemantauan.
3. Kebijakan dan Hukum:	<ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan tentang hukum dan peraturan yang relevan dan menerjemahkannya dalam program kerja dan aturan lokal untuk perlindungan terumbu karang. • Ketersediaan unit dan mekanisme untuk penegakan aturan.
4. Keterlibatan dan Kemitraan Masyarakat:	<ul style="list-style-type: none"> • Membangun kemitraan dengan masyarakat, lembaga swadaya masyarakat (LSM), dan pemangku kepentingan lainnya. • Mendukung inisiatif pengelolaan berbasis masyarakat. • Kolaborasi dengan pihak swasta, khususnya industri pariwisata dan perikanan.
5. Pengelolaan Keuangan dan Sumberdaya:	<ul style="list-style-type: none"> • Penganggaran yang efisien dan alokasi sumber daya untuk pengelolaan terumbu karang. • Penggalangan dana dan keterampilan aplikasi untuk sumber-sumber pendanaan hibah. • Investasi teknologi dan infrastruktur untuk perlindungan terumbu karang.
6. Pengelolaan Adaptif:	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas untuk mengadaptasi strategi pengelolaan berdasarkan hasil pemantauan dan evaluasi. • Kapasitas untuk belajar dari keberhasilan dan mengevaluasi kegagalan. • Memperbarui rencana pengelolaan secara teratur.
7. Pelatihan dan Pengembangan Kapasitas:	<ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan program pelatihan internal untuk staf. • Akses ke sumber daya pelatihan eksternal dan kemitraan. • Pendampingan untuk pengembangan kapasitas staf.
8. Resolusi Konflik dan Keterlibatan Pemangku Kepentingan:	<ul style="list-style-type: none"> • Mekanisme penyelesaian konflik. • Melibatkan pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan. • Memastikan inklusivitas dan keterwakilan.
9. Pemantauan dan Evaluasi:	<ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan kerangka kerja pemantauan dan evaluasi yang kuat. • Melakukan penilaian secara berkala terhadap efektivitas pengelolaan. • Membuat keputusan berdasarkan data.



Penguatan kapasitas masyarakat setempat di Desa Meosmanggara - Pelatihan Rehabilitasi Terumbu Karang



Boks 4.3

Willingness to Pay Kawasan Konservasi Perairan

Willingness to Pay (WTP) merupakan istilah yang berarti kemampuan dari pengguna produk dan jasa untuk membayar produk dan jasa yang telah dinikmati, sehingga dapat digunakan untuk menentukan harga dari suatu produk/jasa (Wedgwood and Sanson, 2003).

Survei WTP telah banyak dilaksanakan untuk menentukan biaya masuk kawasan, contohnya di kawasan konservasi Gili Balu.

Kajian penilaian kesediaan untuk membayar atau *Willingness to Pay* (WTP) telah digunakan sebagai acuan untuk menentukan potensi tarif atau layanan masuk ke kawasan TWP Gili Balu. Kajian ini merupakan bentuk perwujudan dari Rencana Pengelolaan di TWP Gili Balu yang memiliki visi pengelolaan **“Terwujudnya Pelestarian Keanekaragaman Hayati Laut untuk Pemanfaatan Pariwisata Berkelanjutan”**.

Secara umum, WTP menawarkan 4 misi utama, yakni:

1. Menjaga keutuhan keanekaragaman hayati laut seperti ekosistem terumbu karang, mangrove, padang lamun dan sumber daya ikan,



2. Memulihkan ekosistem terumbu karang, mangrove dan padang lamun,



3. Mengembangkan pemanfaatan pariwisata alam perairan yang berkelanjutan, dan



4. Memberdayakan masyarakat di sekitar kawasan konservasi.



Mengacu pada Misi 3, penilaian WTP dilakukan dalam konteks penyusunan kerangka Pembayaran Jasa Ekosistem atau *Payment for Environmental Services* (PES), dimana diperoleh hasil sebagai berikut:

- Nilai WTP wisatawan lokal, nusantara, dan asing, masing-masing memiliki nilai 10.000, 7500, dan 30.000 Rupiah per orang per hari, namun nilai WTP dengan Kesadaran Konservasi atau Keberlanjutan Sumberdaya Alam Ekowisata, naik menjadi 15.000, 12.500, dan 30.000 Rupiah.
- Nilai WTP Kelompok Usaha (nelayan, awak kapal, dan pemilik usaha, mikro, kecil dan menengah/UMKM), memiliki nilai 3.500 Rupiah per hari, dan dengan Kesadaran Konservasi nilainya meningkat menjadi 7.500 Rupiah per hari.
- Nilai WTP berhubungan positif dengan tingkat pendapatan dan persentase alokasi biaya wisata. Semakin tinggi tingkat pendapatan dan porsi alokasi biaya wisata, maka nilai WTP nya semakin tinggi.
- Banyaknya kunjungan, terutama wisatawan mancanegara, berhubungan negatif dengan nilai WTP, sehingga semakin sering berkunjung ke Gili Balu, maka nilai WTP semakin turun. Hal ini berarti wisatawan mancanegara mendapat kesan kurang baik terhadap destinasi wisata Gili Balu, yang salah satunya disebabkan oleh meningkatnya jumlah sampah.
- Berdasarkan hasil survei terhadap wisatawan, usulan alokasi tiket masuk untuk digunakan dalam kegiatan Konservasi Sumberdaya Alam (konservasi terumbu karang, padang lamun, dan mangrove, serta kegiatan pengawasan) adalah sebesar 26,8%, sedangkan menurut pengelola berkisar 28,6%.

Boks 4.4

Pengembangan Kegiatan Ekonomi di Kawasan Konservasi Perairan

Pengembangan kegiatan ekonomi dilakukan di hampir seluruh lokasi COREMAP-CTI, baik yang berkaitan dengan perikanan maupun dengan penguatan atau pengembangan wisata. Kegiatan terkait perikanan antara lain:



pengembangan kegiatan budidaya dalam bentuk pemberian dukungan sarana dan prasarana;



penguatan rantai dingin ikan dengan pemberian sarana dan prasarana *mobile cold storage*;



penguatan pasca panen dalam bentuk dukungan pengolahan dan pemasaran; dan



peningkatan kapasitas dalam bentuk pelatihan dengan spektrum yang cukup luas, mulai dari pelatihan penangkapan ikan bertanggung jawab, pelatihan pengolahan ikan, dan pelatihan budidaya.

Kegiatan terkait penguatan dan pengembangan wisata, antara lain:



pelatihan keterampilan dan kode etik bagi pemandu wisata



pelatihan selam



pelatihan pembuatan cinderamata

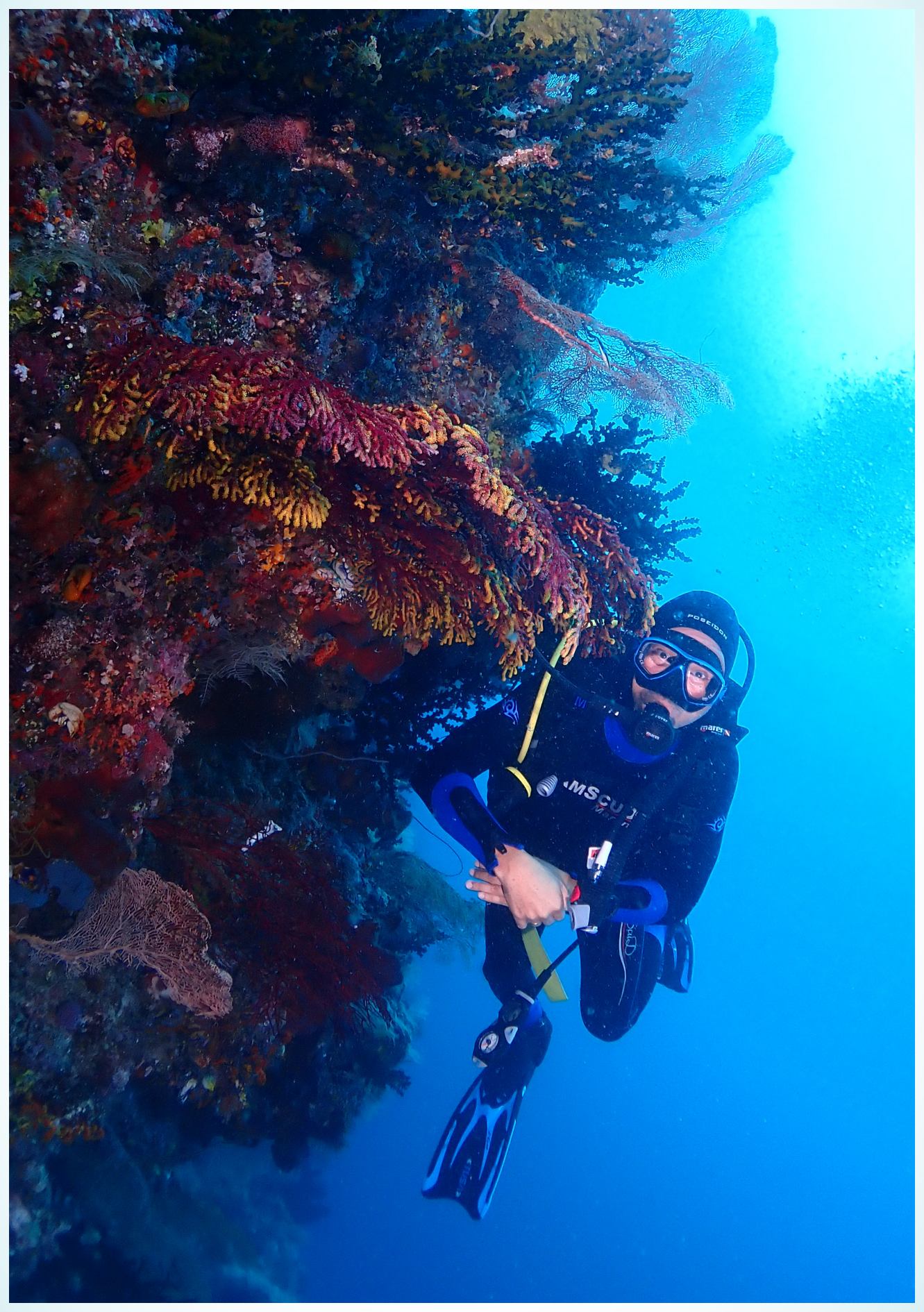


pengadaan infrastruktur baik dalam bentuk pelampung atau buoy, jalan setapak atau trek, menara pandang, maupun pusat informasi



pengadaan infrastruktur pendukung dalam bentuk penyediaan listrik tenaga surya

Secara umum seluruh lokasi COREMAP-CTI mendapatkan dukungan kegiatan ekonomi yang berkaitan dengan perikanan maupun wisata. Berdasarkan pembelajaran yang diperoleh dari kegiatan COREMAP-CTI, pengembangan ekonomi terkait wisata lebih mudah dijalankan dibandingkan kegiatan ekonomi terkait perikanan.



B A G I A N

5

**PENGHITUNGAN MANFAAT
EKONOMI DAN PENDANAAN
UNTUK PELESTARIAN
TERUMBU KARANG**

ALIRAN EKONOMI DARI EKOSISTEM TERUMBU KARANG

Salah satu pendekatan penting dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang adalah dengan penggunaan instrumen ekonomi lingkungan dan pengembangan kegiatan ekonomi termasuk didalamnya kegiatan mata pencaharian. Instrumen ekonomi lingkungan dan pengembangan kegiatan ekonomi merupakan hal yang sangat penting karena dapat menjadi alat dan insentif agar masyarakat dan para pihak yang terlibat dalam pengelolaan dapat mengetahui dan merasakan manfaat langsung dan tidak langsung dari ekosistem terumbu karang. Dampaknya, masyarakat dan para pihak akan secara sukarela terlibat secara aktif dalam kegiatan pengelolaan terumbu karang, termasuk konservasi dan rehabilitasi di dalamnya.

Ekosistem Terumbu Karang yang sehat dapat menghasilkan manfaat ekonomi mencapai

2,6 miliar Dollar AS per tahun

bagi Indonesia⁸⁹

Konsep PES telah diterapkan dengan sukses dalam industri pariwisata bahari yang memanfaatkan ekosistem terumbu karang sebagai daya tarik utama.

Instrumen ekonomi lingkungan yang telah dikembangkan di Indonesia, antara lain, adalah penilaian atau valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang dan pembayaran jasa lingkungan. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang merupakan alat yang sangat penting untuk mengetahui nilai ekonomi terumbu karang berdasarkan jasa-jasa yang disediakan terumbu karang, baik yang memiliki market *value* maupun *non-market value*. Dengan begitu, masyarakat yang tinggal di sekitar ekosistem terumbu karang maupun para pihak yang terlibat dalam pengelolaan terumbu karang dapat mengetahui betapa pentingnya ekosistem terumbu karang dari segi nilai ekonomi sehingga mereka dapat mengetahui nilai ekosistem yang mereka kelola.

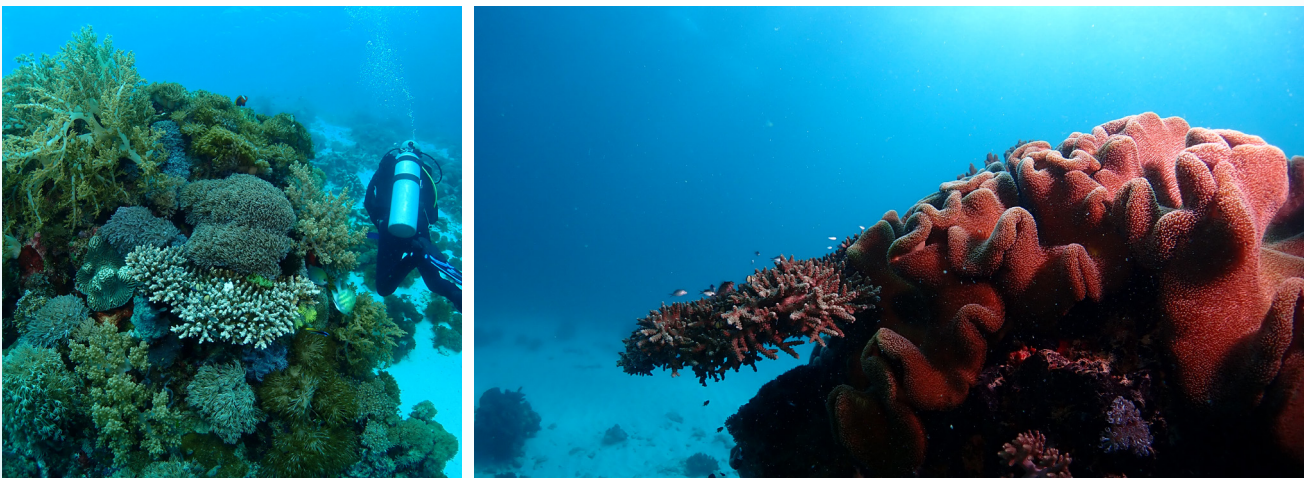
Skema ekonomi lingkungan lain yang dikenal sebagai *Payment for Ecosystem Services* (PES) adalah sebuah metode untuk membayar jasa-jasa lingkungan. Konsep PES telah diterapkan dengan sukses dalam industri pariwisata bahari yang memanfaatkan ekosistem terumbu karang sebagai daya tarik utama. Dalam praktiknya, para wisatawan secara sukarela memberikan kontribusi finansial sebagai bentuk penghargaan atas manfaat yang mereka nikmati dari ekosistem tersebut. Dana yang terkumpul dari kontribusi ini digunakan secara bersama-sama untuk menjaga kelestarian dan kondisi ekosistem terumbu karang yang menjadi objek wisata tersebut. Upaya PES untuk mendukung kegiatan pariwisata telah berhasil diterapkan di berbagai lokasi di Indonesia, seperti Gili Matra, Raja Ampat, dan Bunaken. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengembangkan PES, antara lain, adalah *Willingness to Pay* yang merupakan alat untuk mengestimasi kesediaan masyarakat atau pengunjung/wisatawan untuk membayar program konservasi dan rehabilitasi terumbu karang.

Pengembangan kegiatan ekonomi yang memanfaatkan jasa ekosistem terumbu karang umumnya terkait dengan jasa penyediaan (*provisioning*) dan jasa kebudayaan (*cultural*) yang disediakan oleh terumbu karang. Pengembangan kegiatan ekonomi atau mata pencaharian terkait jasa penyediaan terumbu karang, antara lain, adalah pengembangan kegiatan penangkapan ikan ramah lingkungan, penguatan rantai dingin, pengolahan ikan untuk manfaat tambahan

(*added value*), pemasaran ikan baik dari hasil tangkapan, hasil olahan, dan hasil budidaya, serta penyediaan sarana dan prasarana pendukung. Pengembangan kegiatan ekonomi atau mata pencaharian terkait jasa kebudayaan, antara lain, adalah pengembangan atraksi wisata, peningkatan kapasitas masyarakat untuk mendukung kegiatan wisata, peningkatan sarana dan prasarana untuk mendukung kegiatan wisata, penguatan kelembagaan, dan penyediaan sarana dan prasarana untuk mendukung kegiatan.

Penggunaan instrumen ekonomi lingkungan dan pengembangan kegiatan ekonomi dan mata pencaharian untuk mendukung pengelolaan terumbu karang memiliki berbagai fungsi, antara lain:

- 1 | Meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat langsung dan tidak langsung dari ekosistem terumbu karang;
- 2 | Meningkatkan kesadaran masyarakat akan insentif ekonomi yang dapat mereka peroleh dari jasa penyediaan dan kebudayaan yang disediakan oleh ekosistem terumbu karang;
- 3 | Memastikan perolehan imbal-balik jasa dari mekanisme PES bagi pengelola terumbu karang; dan
- 4 | Menjaga ikatan budaya antara masyarakat pesisir dan ekosistem laut.



PENDANAAN UNTUK PELESTARIAN TERUMBU KARANG



Pada Tahun 2023, pemerintah Indonesia berhasil menerbitkan obligasi berdampak untuk pembiayaan sektor kelautan dan perikanan dalam bentuk Blue Samurai Bond senilai

104,8 miliar Yen

Upaya perlindungan, pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan, serta penanganan ancaman terhadap terumbu karang, membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Oleh sebab itu, COREMAP-CTI mengembangkan sistem pendanaan untuk membiayai upaya-upaya tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mengembangkan skema Pembayaran Jasa Ekosistem (*Payment for Ecosystem Services*, atau PES) yang bertujuan untuk menggalang pembiayaan berkelanjutan bagi pengelolaan terumbu karang. PES adalah sebuah skema pembayaran untuk jasa lingkungan yang melibatkan (i) transaksi sukarela, dimana (ii) jasa lingkungan (*ecosystem service/ES*) yang terdefinisi dengan baik (dalam hal ini jasa budaya dan pariwisata terumbu karang), (iii) dibeli oleh setidaknya satu pembeli jasa lingkungan (misal, pengusaha wisata bahari), (iv) dari minimal satu penyedia jasa lingkungan (misal, lembaga atau masyarakat setempat yang resmi diakui sebagai penjaga terumbu karang), (v) dan selama persyaratan untuk terus memasok jasa dipenuhi oleh penyedia jasa lingkungan⁷⁰. Pengalaman di dua tapak intervensi COREMAP-CTI, yaitu Gili Matra dan Raja Ampat, menunjukkan bahwa penggalangan dana dengan memungut uang masuk kawasan konservasi laut cukup menjanjikan untuk menyokong pengelolaan terumbu karang secara berkelanjutan^{71,72}.

Boks 5.1

Pembayaran Jasa Ekosistem: seberapa besar pemanfaat bersedia membayar untuk pelestarian terumbu karang

Para pengusaha pariwisata di Gili Matra bersedia membayar antara 42.200 dan 44.120 Rupiah atau setara dengan 2,86 dan 2,99 US\$ per bulan untuk Pembayaran Jasa Ekosistem, dimana kesediaan dan jumlah yang harus dibayar dipengaruhi oleh tingkat pendapatan, lama usaha telah berdiri, dan dampak terumbu karang terhadap kondisi ekonomi mereka⁷².

Di sisi lain, wisatawan mancanegara maupun domestik yang berkunjung ke Raja Ampat untuk menyelam menikmati keindahan bawah laut, telah diminta untuk membayar 1 juta (~80 US\$) dan 500 ribu rupiah (~40 US\$) sejak 2014, dimana sebagian dana yang terkumpul disalurkan untuk melakukan pengelolaan kawasan konservasi laut, termasuk perlindungan dan pemanfaatan terumbu karang⁷¹.

Di samping skema Pembayaran Jasa Ekosistem, masih ada senarai pendekatan atau mekanisme potensial lain yang dapat digunakan. Potensi tersebut secara umum dapat dikategorikan menjadi (i) alokasi pendapatan pemerintah, (ii) hibah dan sumbangan, (iii) pendapatan dari pariwisata, (iv) hak dan pengembangan lahan yasan (*real estate*), (v) pendapatan dari industri perikanan, (vi) pendapatan dari kegiatan pengembangan

energi dan pertambangan, dan (vii) investasi nirlaba terkait dengan konservasi laut⁷³.

Pemerintah Indonesia sendiri telah mengidentifikasi instrumen potensial yang dapat diterapkan untuk Keuangan Biru (*Blue Finance*), seperti, misalnya Obligasi Biru (*Blue Bonds*) dan Sukuk Biru (*Blue Sukuk*)⁷⁴, termasuk Obligasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan

(Sustainable Development Goals/SDGs Bonds), yang dapat digunakan untuk membiayai pengelolaan berkelanjutan terumbu karang di masa depan. Pemerintah Indonesia saat ini sedang merencanakan pengembangan obligasi koral (*coral bond*) untuk mendanai kegiatan pelestarian terumbu karang bekerja sama dengan Bank Dunia⁷⁵. Obligasi berupa surat utang negara tersebut rencananya akan dijual secara global dalam bentuk obligasi negara (*sovereign bond*), dimana dana yang terkumpul lewat Kementerian Keuangan akan digunakan untuk mendukung pembiayaan pengelolaan kawasan konservasi untuk melindungi dan melestarikan terumbu karang.

Pengembangan Obligasi Biru^{76,77} untuk mendanai kegiatan konservasi laut di beberapa negara, dapat dijadikan pembelajaran bagi Indonesia. Salah satunya

adalah Seychelles yang telah mengembangkan obligasi biru sejak 2018⁷⁸. Obligasi biru Seychelles menggalang dana sebesar 15 juta Dollar AS, dengan jangka waktu pinjaman selama 10 tahun dan kupon (bunga) sebesar 6,5%. Obligasi tersebut dibeli oleh tiga investor asal Amerika Serikat (Calvert Impact Capital, Nuveen, dan Prudential), masing-masing dengan jumlah sama 5 juta Dollar AS. Bank Dunia juga memberikan jaminan sebesar 5 juta Dollar AS bagi para penanam modal. Disamping itu, Global Environment Facility (GEF) juga memberikan pinjaman lunak sebesar 5 juta Dollar AS untuk membantu pembayaran kupon (bunga) kepada investor. Dukungan pembiayaan yang diberikan oleh Bank Dunia maupun GEF terbukti sangat membantu bagi Seychelles karena suku bunga yang harus dibayarkan turun menjadi 2,5%, sementara kupon tetap sebesar 6,5% untuk para investor.

Boks 5.2

Obligasi Ritel Indonesia (ORI) untuk menggalang dana bagi pengelolaan berkelanjutan terumbu karang

Indonesia telah memiliki instrumen obligasi (*bond*) yang dapat digunakan untuk membiayai perlindungan, pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan ekosistem terumbu karang. Instrumen, yang secara umum disebut Surat Utang Negara (SUN) Ritel, ditujukan bagi investor ritel atau perorangan dalam bentuk Obligasi Ritel Indonesia (ORI) dan Savings Bond Ritel (SBR). Tiga obligasi, yaitu (1) ORI012 “Terumbu Karang Investasi Masa Depan”, (2) ORI013 dan (3) SBR002 “Investasi Aman, Pesisir Nyaman”, dapat digunakan untuk membiayai upaya pelestarian dan pengelolaan terumbu karang. Secara keseluruhan, penerbitan SUN Ritel sejak 2006 sampai 2016 telah menggalang dana sebesar 170,13 triliun Rupiah untuk 13 seri ORI dan 2 seri SBR79. Jumlah yang menjanjikan untuk melakukan pelestarian keanekaragaman hayati, termasuk terumbu karang, di seluruh Indonesia.

Perkembangan termutakhir adalah keberhasilan Indonesia menembus pasar Obligasi Samurai senilai 104,8 miliar Yen termasuk di dalamnya Obligasi Biru⁸⁰. Sebelumnya Obligasi Samurai terutama diperuntukkan bagi investasi untuk mendanai pembangunan infrastruktur perkotaan (lihat [81]). Penerbitan Obligasi Biru ini bertujuan untuk menunjukkan komitmen Pemerintah Indonesia terhadap pembiayaan berkelanjutan, khususnya untuk mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), dan sekaligus untuk menyokong pembiayaan biru, disamping untuk mendiversifikasi instrumen pembiayaan serta memperluas basis investor. Sektor-sektor yang memenuhi syarat akan dilacak melalui mekanisme Penandaan Anggaran Iklim yang akan menandai pengeluaran-pengeluaran SDGs berfokus biru yang memenuhi syarat. Penerbitan Obligasi Biru ini didukung oleh Kemenkomarves, Bappenas, kementerian yang relevan, dan *United Nations Development Programme (UNDP)*⁸⁰.

Boks 5.3

Lesson Learned dari 'Rhino Bond' dalam Upaya Melindungi Badak Hitam dan Mendukung Kesejahteraan Masyarakat Lokal di Afrika Selatan¹⁰³

Rhino Bond, Wildlife Conservation Bond (WCB) pertama di dunia telah diterbitkan oleh Bank Dunia pada bulan Maret 2022 untuk membantu meningkatkan populasi spesies Badak Hitam yang terancam punah di Afrika Selatan. *Rhino Bond* bertujuan untuk meningkatkan populasi badak di lokasi penelitian dan mengembangkan metodologi untuk mengukur dan memverifikasi hasil pendanaan konservasi badak. Hal ini juga menunjukkan bahwa pendanaan tersebut dapat memberikan manfaat lain, seperti melindungi spesies lain yang hidup di habitat badak dan meningkatkan taraf hidup orang-orang yang bekerja dan tinggal di wilayah tersebut.

Dana sebesar \$150 juta dikumpulkan dari investor, yang akan digunakan untuk program berkelanjutan yang dijalankan oleh The International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) di seluruh dunia. Pendanaan untuk proyek ini berasal dari Global Environment Facility (GEF), sebuah dana perwalian multilateral yang didedikasikan untuk investasi pada alam yang dilaksanakan oleh United National Development Programme. Hal ini dilakukan atas nama Bank Dunia, bersama dengan Credit Suisse, Oak Foundation, Rufford Foundation, Pemerintah Britania Raya melalui Illegal Wildlife Trade Challenge Fund, United for Wildlife dan Zoological Society of London.

Investor di WCB tidak akan menerima pembayaran kupon obligasi. Sebagai gantinya, emiten tersebut akan melakukan pembayaran investasi konservasi untuk membiayai kegiatan konservasi badak. Jika berhasil, sebagaimana diukur dengan tingkat pertumbuhan badak yang dihitung secara independen oleh Conservation Alpha dan diverifikasi oleh Zoological Society of London, investor akan menerima pembayaran keberhasilan pada saat jatuh tempo, yang dibayarkan oleh IBRD dengan dana yang disediakan oleh hibah berbasis kinerja dari GEF, selain pelunasan pokok obligasi. Hal ini mewakili pendekatan baru dalam pendanaan konservasi yang mengalihkan risiko proyek kepada investor pasar modal dan memungkinkan donor membayar hasil dari konservasi.

Negara harus melindungi, melestarikan, & memanfaatkan ekosistem terumbu karang agar manfaat ekologi dan sosial-ekonominya dapat dinikmati oleh seluruh masyarakat, khususnya masyarakat setempat.

Pengelolaan sumber daya alam adalah tanggung jawab negara untuk memastikan manfaatnya dioptimalkan bagi kepentingan umum. Sebagai kewajibannya, negara harus melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan ekosistem terumbu karang agar manfaat ekologi dan sosial-ekonominya dapat dinikmati oleh seluruh masyarakat, khususnya masyarakat setempat⁹². Jadi, penggalangan dana dalam negeri perlu diprioritaskan dengan memanfaatkan skema yang sudah ada, misalnya melalui (i) Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPDLH), (ii) Tanggung jawab Sosial Perusahaan, (iii) dana perwalian, (iv) Transfer Fiskal Ekologis, dan (v) asuransi terumbu karang, disamping obligasi dan sukuk yang tersedia dalam bentuk yang sudah disebutkan sebelumnya. Selain itu, menggalang dana dari luar negeri juga dapat dilakukan selama sifatnya tidak mengikat dan/atau berbunga rendah untuk jangka-panjang, seperti (i) *Global Funds for Coral Reefs* (GFCR), (ii) dana perwalian dalam negeri yang mampu mengelola hibah dari luar negeri, dan (iii) sumber-sumber pendanaan lain, termasuk inisiatif pendanaan oleh LSM internasional, investasi berdampak, fasilitas pembiayaan campuran, dan Pertukaran Hutang untuk Alam (*Debt for Nature Swaps*). Sebagai informasi, Dana Global untuk Terumbu Karang (*Global Fund for Coral Reefs/GFCR*) merupakan fasilitas pendanaan untuk menyokong konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan terumbu karang di seluruh dunia, dimana Indonesia merupakan salah satu negara sasaran utama. Untuk informasi lebih jauh bisa dilihat pada tautan <https://globalfundcoralreefs.org/>.



B A G I A N

STRATEGI PENGELOLAAN TERUMBU KARANG INDONESIA MENUJU 2045

Seperti yang sudah diulas sebelumnya, pengelolaan merupakan hal yang sangat esensial bagi Indonesia untuk memastikan kelestarian terumbu karang. Hal ini disebabkan karena terumbu karang terus menghadapi berbagai ancaman, seperti perusakan habitat, penangkapan ikan berlebih, polusi, dan perubahan iklim. Untuk mengembangkan strategi pengelolaan terumbu karang yang efektif, penting untuk mengatasi ancaman-ancaman tersebut secara komprehensif. Selain itu, pengelolaan terumbu karang juga harus menerapkan prinsip “pemanfaatan regeneratif”, dimana terumbu karang dikelola dengan cara yang tidak hanya bertujuan

melestarikan tetapi juga secara aktif berkontribusi pada restorasi dan regenerasi. Pengelolaan terumbu karang di masa depan perlu menyeimbangkan pemanfaatan berkelanjutan dan perlindungan dalam jangka panjang. Pengelolaan regeneratif terumbu karang melibatkan praktik dan strategi yang tidak hanya melampaui tujuan konservasi, tetapi juga secara aktif bertujuan untuk mendukung pemulihan dan pertumbuhan ekosistem. Berangkat dari prinsip-prinsip tersebut, senarai strategi yang harus dilaksanakan untuk mengelola terumbu karang Indonesia secara efektif di masa mendatang adalah sebagai berikut:

STRATEGI 1 PENGKAJIAN DAN PEMANTAUAN KONDISI EKOSISTEM TERUMBU KARANG

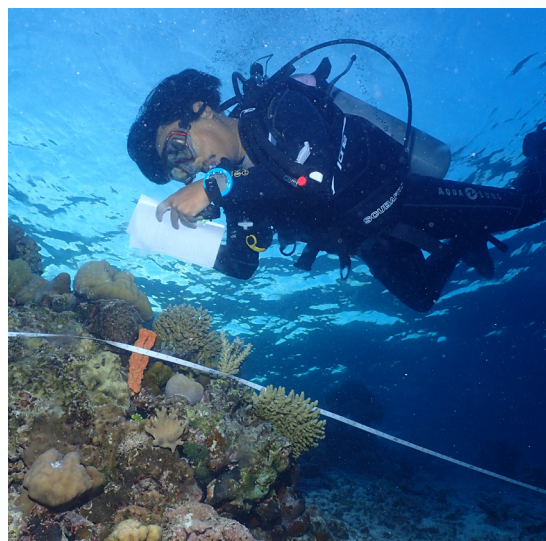
Pengelolaan terumbu karang di masa depan perlu menyeimbangkan pemanfaatan berkelanjutan dan perlindungan dalam jangka panjang.

Pengkajian dan pemantauan terumbu karang harus dilakukan secara menyeluruh untuk mengukur kondisi terumbu karang saat ini, mencakup aspek keanekaragaman hayati, kesehatan, dan ekonominya. Penting untuk mengenali ancaman terhadap keberlanjutan ekosistem terumbu karang, seperti dampak pemanfaatan, polusi, perubahan iklim, dan perusakan habitat. Informasi tersebut esensial untuk menyusun langkah pengelolaan adaptif demi kelangsungan jangka panjang ekosistem terumbu karang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Melakukan pengkajian dan pemantauan untuk mengukur kondisi terumbu karang saat ini (keanekaragaman hayati, kesehatan, ekonomi);
- Mengidentifikasi dan mengukur tingkat ancaman saat ini; dan
- Menggunakan hasil kajian dan pemantauan sebagai dasar untuk membangun strategi pengelolaan adaptif.



Survei bawah air untuk mengumpulkan data liputan terumbu karang



STRATEGI 2

PENGATURAN KEGIATAN PEMANFAATAN PERIKANAN DAN PARIWISATA DI TERUMBU KARANG

Upaya mempromosikan praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan di wilayah terumbu karang harus terus dilakukan sebagai upaya meminimalisasi dampak ekologis dari kegiatan penangkapan ikan terhadap terumbu karang. Hal ini termasuk mengadvokasi penggunaan alat tangkap yang selektif dan tidak merusak untuk mengurangi tangkapan sampingan, yang membantu melindungi spesies-spesies non-target yang menjadi kunci bagi kesehatan terumbu karang (seperti spesies-spesies dari kelompok ikan herbivora). Penangkapan ikan yang berkelanjutan juga mencakup pengaturan ukuran dan jumlah tangkapan untuk memastikan bahwa populasi ikan tetap pada tingkat yang sehat. Selain itu, penutupan secara musiman (*seasonal closure*) memainkan peran penting dalam melindungi area pemijahan dan pengasuhan, yang memungkinkan biota laut terus berkembang biak. Pengaturan-pengaturan tersebut juga sangat penting untuk memberi ruang dan waktu yang diperlukan oleh populasi ikan untuk pulih secara alami. Selain pengaturan kegiatan penangkapan ikan, perlindungan terumbu karang juga harus mencakup pengelolaan pariwisata yang bertanggung jawab. Penyusunan dan implementasi pedoman pariwisata berkelanjutan di wilayah terumbu karang harus terus diprioritaskan. Pedoman ini harus mencakup instruksi khusus untuk kegiatan seperti menyelam SCUBA, *snorkeling*, dan

kegiatan pariwisata lainnya untuk mencegah kerusakan fisik pada terumbu karang. Selain terus mempromosikan praktik ramah lingkungan kepada operator wisata, mendidik wisatawan tentang pentingnya konservasi terumbu karang tidak hanya meningkatkan kesadaran tetapi juga memberdayakan wisatawan. Dengan menerapkan pedoman berkelanjutan, mendorong praktik ramah lingkungan, dan memprioritaskan pendidikan, kita dapat memastikan bahwa kegiatan ekonomi dari pariwisata ikut berkontribusi pada pelestarian dan kesehatan jangka panjang ekosistem terumbu karang di Indonesia. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Secara kontinu mempromosikan praktik-praktik penangkapan ikan berkelanjutan di wilayah terumbu karang;
- Mengadvokasi alat dan/atau metode penangkapan yang selektif;
- Menerapkan pengaturan ukuran dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan; dan
- Membangun dan mengimplementasikan pengelolaan pariwisata bertanggung jawab.



Pondok Informasi Ekowisata



Nelayan menunjukkan gurita tangkapannya

STRATEGI 3

PENAMBAHAN LUASAN DAN PENINGKATAN EFEKTIVITAS PENGELOLAAN KAWASAN KONSERVASI

Hingga pertengahan 2023, luas kawasan konservasi (KK) di wilayah perairan Indonesia telah mencapai sekitar 28,9 juta ha, yang melindungi lebih kurang 1 juta ha (40%) ekosistem terumbu karang Indonesia⁸³. Hal ini menunjukkan bahwa KK merupakan salah satu instrumen yang sangat penting bagi upaya perlindungan dan restorasi ekosistem terumbu karang di Indonesia. Untuk memastikan perlindungan dan pemanfaatan berkelanjutan ekosistem terumbu karang berjalan dengan efektif, setidaknya dua strategi utama dalam pengembangan KK harus terus diprioritaskan, yaitu penambahan luasan dan peningkatan efektivitas pengelolannya. Perluasan dan pengelolaan efektif KK memainkan peran penting dalam menyediakan daerah perlindungan bagi ekosistem yang sangat rentan ini. Pengelolaan KK harus selaras dengan rencana pemanfaatan regeneratif, dimana aktivitas pemanfaatan di dalam KK harus dibatasi untuk tetap memfasilitasi regenerasi alami terumbu karang. Perluasan KK untuk terumbu karang tidak hanya berbicara penambahan jumlah dan luasan KK, melainkan juga mencakup perluasan dan revisi zonasi di dalam KK untuk memastikan perlindungan ekosistem terumbu karang yang lebih efektif. Penentuan lokasi KK yang baru maupun revisi zonasi didalamnya harus mencakup tujuan-tujuan yang lebih luas, tidak hanya untuk

perlindungan keanekaragaman hayati dan sumber daya perikanan, tetapi juga untuk tujuan lainnya seperti mitigasi dampak perubahan iklim. Selanjutnya, upaya peningkatan efektivitas pengelolaan KK harus terus dilakukan, diantaranya melalui peningkatan kapasitas unit pengelola KK, penguatan kemitraan dengan para pemangku kepentingan, serta membangun mekanisme pendanaan berkelanjutan. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Penambahan luasan kawasan konservasi untuk meningkatkan perlindungan terhadap ekosistem terumbu karang;
- Revisi zonasi kawasan konservasi untuk meningkatkan efektivitas pelindungannya terhadap ekosistem terumbu karang; dan
- Peningkatan efektivitas pengelolaan kawasan konservasi untuk mendukung konservasi dan pemanfaatan terumbu karang secara berkelanjutan, melalui peningkatan kapasitas pengelolaan, kemitraan, dan pendanaan berkelanjutan.

STRATEGI 4

PENGENDALIAN PENCEMARAN

Melestarikan terumbu karang yang sehat memerlukan strategi komprehensif untuk memerangi pencemaran secara efektif. Langkah penting pertama melibatkan penegakan aturan ketat untuk mengurangi pencemaran yang berasal dari daratan, seperti limbah rumah tangga, limpasan pertanian, dan limbah industri. Penegakan aturan ini harus mendorong praktik pembuangan limbah yang bertanggung jawab, memastikan bahwa zat-zat berbahaya tidak masuk ke lingkungan laut, khususnya wilayah terumbu karang. Mempromosikan pembangunan fasilitas pengolahan air limbah dan zona penyangga juga sangat penting

untuk menghadang dan menyaring cemaran sebelum mencapai wilayah terumbu karang, sehingga dapat meminimalkan ancaman terhadap ekosistem ini. Pemantauan kualitas air secara teratur sangat diperlukan untuk memastikan bahwa langkah-langkah pengendalian pencemaran ditegakkan secara efektif dan parameter kualitas air di sekitar terumbu karang tetap berada dalam tingkat yang aman. Selain itu, keterlibatan masyarakat adalah kunci untuk memerangi pencemaran terhadap ekosistem terumbu karang. Selain penegakan aturan, peningkatan kesadaran, edukasi, dan penyediaan fasilitas pengelolaan sampah yang baik juga

harus diprioritaskan. Melakukan upaya pembersihan rutin yang melibatkan masyarakat setempat dan sukarelawan juga menjadi salah satu pendekatan yang dapat dilakukan, tidak hanya membantu menghilangkan pencemar tetapi juga meningkatkan kesadaran tentang pentingnya perlindungan terumbu karang. Secara keseluruhan, kombinasi penegakan aturan yang ketat, praktik pengelolaan limbah yang bertanggung jawab, dan upaya kolaboratif untuk mengurangi pencemaran dari daratan merupakan pendekatan holistik untuk memastikan keberlanjutan ekosistem terumbu karang.

Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Penegakan aturan yang ketat terkait pengelolaan limbah;
- Pemantauan kualitas air secara teratur sebagai bagian dari pengendalian pencemaran; dan
- Pelibatan masyarakat dalam upaya-upaya mengurangi pencemaran dan pengelolaan limbah.

STRATEGI 5

MITIGASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DI TINGKAT EKOSISTEM

Dampak langsung perubahan iklim yang utama terhadap terumbu karang diantaranya adalah (i) fenomena pemutihan karang (*coral bleaching*) akibat menghangatnya suhu permukaan laut secara ekstrem, (ii) penurunan tingkat keasaman (pH) laut (*ocean acidification*) akibat peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang bereaksi dengan air laut, serta (iii) meningkatnya frekuensi badai tropis (*tropical storm*), yang keseluruhannya menyebabkan kerusakan fisik secara masif pada terumbu karang. Upaya untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim terhadap terumbu karang membutuhkan pendekatan aksi pada dua skala yang berbeda, yaitu skala global dan lokal. Pada skala global, advokasi untuk perjanjian internasional dan kebijakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sangat penting. Dengan berpartisipasi aktif dalam inisiatif ini, negara-negara dapat secara kolektif bekerja untuk menekan kenaikan suhu permukaan laut dan mengurangi pengasaman laut, yang merupakan kontributor utama degradasi terumbu karang. Meskipun dampak perubahan iklim berada diluar kendali otoritas pengelola di tingkat lokal, tetapi mereka tetap memiliki peran utama untuk (i) menyiapkan dan mengimplementasikan rencana tanggap pemutihan karang (*bleaching response plan*), dan (ii) meningkatkan efektivitas perlindungan terumbu karang dengan meminimalkan tekanan/ancaman yang ada. Secara bersamaan, upaya-upaya pendukung di tingkat

lokal harus terus diupayakan, seperti mengurangi pembangunan pesisir dan mempromosikan adopsi sumber energi terbarukan. Selain upaya mitigasi, langkah-langkah proaktif untuk membangun ketahanan terumbu karang (*reef resilience*) sangat penting. Langkah-langkah tersebut melibatkan pengembangan dan dukungan program restorasi karang serta penelitian ilmiah yang bertujuan untuk memahami dan meningkatkan kemampuan karang untuk menahan dampak perubahan iklim. Pada akhirnya, kombinasi advokasi untuk aksi iklim global, aksi-aksi di tingkat lokal, dan berinvestasi dalam restorasi dan penelitian karang mewakili strategi komprehensif untuk memerangi konsekuensi dari perubahan iklim pada terumbu karang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Advokasi dan kerjasama internasional untuk menekan laju perubahan iklim;
- Mempersiapkan dan mengimplementasikan rencana tanggap pemutihan karang di tingkat lokal; dan
- Meningkatkan efektivitas pengelolaan untuk mengurangi tekanan terhadap ekosistem terumbu karang.



Masyarakat melakukan penanaman mangrove dalam rangka meningkatkan kapasitas mitigasi dan adaptasi ekosistem pesisir terhadap dampak negatif jangka-panjang perubahan iklim

STRATEGI 6

MEMBANGUN KETANGGUHAN SOSIAL (SOCIAL RESILIENCE)

Pengelolaan terumbu karang tidak hanya mencakup pelestarian keanekaragaman hayati tetapi juga penyediaan jasa ekosistem yang berkelanjutan bagi masyarakat. Hal ini menimbulkan konsekuensi perlunya menyeimbangkan tujuan lingkungan dan sosial, serta memahami *trade-off* yang dihadapi dalam mengelola terumbu karang. Berdasarkan pemahaman tersebut setidaknya ada dua fokus utama pengelolaan terumbu karang, yaitu memahami bagaimana (i) pilihan pengelolaan dan (ii) degradasi terumbu karang akibat dampak perubahan iklim mempengaruhi masyarakat dan aktivitas ekonomi yang bergantung pada terumbu karang. Dalam konteks ini, konsep ketahanan

sosial (*social resilience*) menjadi aspek yang sangat penting dalam pengelolaan terumbu karang. Otoritas pengelola dituntut untuk dapat menilai kemampuan masyarakat dan sektor-sektor ekonomi dalam beradaptasi dengan perubahan kesehatan terumbu karang dan pengelolaan yang diterapkan. Otoritas pengelola harus meningkatkan kolaborasi dengan pemangku kepentingan untuk meningkatkan ketahanan sosial, berusaha untuk mencapai tujuan konservasi keanekaragaman hayati sambil meminimalkan dampak sosial dan memaksimalkan manfaat. Untuk mendukung peningkatan ketahanan dan kemampuan adaptasi sosial, otoritas pengelola dapat mengikuti pendekatan-

pendekatan terstruktur seperti (i) mengidentifikasi kelompok masyarakat dan sektor mana yang bergantung pada terumbu karang, (ii) menilai sifat dan tingkat ketergantungan mereka, (iii) mempertimbangkan implikasi dari penerapan aturan pengelolaan dan perubahan ekosistem, (iv) mengeksplorasi opsi-opsi adaptasi yang dapat dilakukan, dan (v) mengidentifikasi strategi yang mendukung ketahanan sosial. Upaya-upaya ini dapat diperkaya lebih lanjut melalui kemitraan dengan para ilmuwan sosial yang memiliki keahlian dalam merancang dan mengimplementasikan program-program ketahanan sosial. Selain itu beberapa panduan seperti SocMon (*Global Socioeconomic Monitoring Initiative for Coastal Management*) dan SLED (*Sustainable Livelihoods Enhancement and Diversification*) tersedia untuk membantu otoritas pengelola memandu inisiatif ini, termasuk untuk menilai kerentanan dan merencanakan tindakan adaptasi, sekaligus mengintegrasikan pertimbangan sosial secara efektif kedalam program pengelolaan terumbu karang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Memahami *trade-off* yang dihadapi dalam mengelola terumbu karang dalam menyeimbangkan tujuan lingkungan dan sosial;
- Meningkatkan kemampuan otoritas pengelola dalam menilai kemampuan masyarakat dan sektor-sektor ekonomi dalam beradaptasi dengan perubahan kesehatan terumbu karang dan pengelolaan yang diterapkan; dan
- Menerapkan pendekatan-pendekatan terstruktur untuk meningkatkan ketahanan & kemampuan adaptasi sosial masyarakat.



Pelatihan kelompok masyarakat untuk meningkatkan kapasitas untuk berusaha dalam rangka membangun ketangguhan sosial

Di Indonesia, sebanyak 2,5 juta rumah tangga terlibat dalam produksi perikanan skala kecil (*small-scale fisheries/SSF*), namun rumah tangga ini ditandai dengan tingkat kemiskinan dan kerentanan yang tinggi akibat penurunan kesehatan ekosistem dan perubahan iklim⁸³. Biasanya, perikanan skala kecil didefinisikan berdasarkan karakteristik hasil tangkapan, atribut teknis kapal penangkap ikan, dan atribut sosial ekonomi nelayan. Sebagian besar nelayan kecil berasosiasi dengan ekosistem penting di pesisir, termasuk perairan di terumbu karang sebagai daerah penangkapan ikan mereka. Oleh karenanya, riset transdisiplin yang berkaitan dengan resiliensi perikanan skala kecil terhadap perubahan iklim sangat mendesak direncanakan, agar dapat digunakan untuk mendorong kebijakan pemerintah terhadap peningkatan kesejahteraan nelayan. Selain riset mengenai dampak perubahan iklim dan pemanasan global, riset tentang daya lenting terumbu karang sebagai perlindungan alami bagi pantai-pantai dari erosi dan dampak badai juga penting untuk dilakukan. Pemahaman tentang bagaimana terumbu karang dapat dipertahankan penting untuk menjaga pantai yang aman untuk kehidupan masyarakat pesisir.

2,5 juta rumah tangga

dalam perikanan skala kecil rentan terhadap kemiskinan yang disebabkan oleh penurunan kesehatan ekosistem dan perubahan iklim

STRATEGI 7

PELIBATAN PEMANGKU KEPENTINGAN, PENDIDIKAN DAN PENYADARTAHAN

Upaya untuk melindungi dan mengelola terumbu karang membutuhkan pendekatan multifaset yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat lokal, lembaga pemerintah, ilmuwan, pelaku usaha, dan lembaga masyarakat non-pemerintah. Untuk memastikan strategi yang komprehensif dan inklusif, sangat penting untuk melibatkan semua pihak terkait dalam proses perencanaan dan pengelolaan. Keterlibatan ini harus berjalan seiring dengan dialog dan kolaborasi terbuka, menciptakan sebuah platform untuk diskusi yang menggabungkan beragam kebutuhan dan kepedulian dari setiap kelompok pemangku kepentingan. Berangkat dari rasa tanggung jawab bersama, rencana konservasi terumbu karang dapat dirancang secara lebih efektif untuk mengatasi tantangan dan peluang yang dihadapi. Selanjutnya, meningkatkan kesadaran adalah hal mendasar bagi konservasi terumbu karang, dimana kampanye pendidikan memainkan peran sentral dalam hal ini. Kampanye ini bertujuan untuk mendidik berbagai audien, termasuk masyarakat lokal, sekolah, wisatawan, dan masyarakat umum tentang pentingnya terumbu karang dan ancaman yang sedang terjadi. Melibatkan kelompok-kelompok ini dalam upaya konservasi dan mempromosikan pariwisata terumbu karang yang bertanggung jawab sangat penting untuk memastikan bahwa masyarakat secara aktif berpartisipasi dalam melindungi ekosistem ini. Upaya ini juga dapat diperkuat dengan memberikan pelatihan dan dukungan untuk kegiatan konservasi kepada para pemangku kepentingan lokal sehingga memberdayakan mereka dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk memainkan peran aktif dalam konservasi terumbu karang. Pendekatan lain yang dapat dilakukan adalah menawarkan peluang mata pencaharian yang berkelanjutan seperti ekowisata

atau mata pencaharian alternatif, untuk mengurangi tekanan pada terumbu karang dan secara bersamaan memastikan kesejahteraan masyarakat lokal. Selain itu, program pelatihan yang berfokus pada praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan, restorasi terumbu karang, dan metode konservasi lainnya, dapat meningkatkan kapasitas masyarakat untuk bertindak sebagai penjaga lingkungan laut. Kolaborasi semua pemangku kepentingan, ditambah dengan inisiatif pendidikan dan pilihan mata pencaharian yang berkelanjutan, merupakan pendekatan holistik untuk konservasi terumbu karang yang mempromosikan ketahanan ekologis dan kesejahteraan masyarakat lokal. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan di bawah strategi ini adalah:

- Membangun perangkat yang memungkinkan keterlibatan berbagai pihak dalam perencanaan dan implementasi pengelolaan terumbu karang;
- Membangun kesadaran dan pemahaman pemangku kepentingan untuk berbagai tanggung jawab dalam pengelolaan terumbu karang;
- Memperkuat dukungan terhadap upaya-upaya konservasi terumbu karang di tingkat lokal; dan
- Pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan kapasitas lokal dalam pengelolaan, sekaligus menurunkan tingkat ketergantungan masyarakat lokal terhadap sumber daya terumbu karang.

Boks 6.1

Kemitraan dalam Pengelolaan Terumbu Karang

Kemitraan dengan masyarakat lokal dalam pengelolaan terumbu karang adalah komponen kunci untuk melestarikan ekosistem terumbu karang yang rentan. Terumbu karang adalah ekosistem laut yang sangat penting, menyediakan sumber daya bagi banyak spesies laut dan juga mendukung mata pencaharian bagi masyarakat sekitar. Kolaborasi erat antara pemerintah, LSM, dan masyarakat lokal adalah kunci dalam memastikan keseimbangan yang baik antara pelestarian lingkungan dan kebutuhan ekonomi lokal.

Salah satu aspek mendasar dalam kemitraan ini adalah kesadaran dan pendidikan masyarakat tentang pentingnya terumbu karang. Ini dapat mencakup program-program edukasi, pelatihan, dan penyuluhan kepada masyarakat lokal tentang cara menjaga terumbu karang dan menghindari aktivitas yang merusaknya. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang nilai ekosistem ini, masyarakat lokal dapat menjadi agen perubahan dalam melindungi terumbu karang. Aspek penting selanjutnya dan yang paling utama adalah keterlibatan penuh masyarakat setempat dalam upaya-upaya pengelolaan.

Dalam konteks pengelolaan terumbu karang, kemitraan harus mencakup berbagai spektrum, seperti upaya perlindungan dan pemantauan terumbu karang, pemanfaatan perikanan berkelanjutan, pariwisata berkelanjutan, ataupun upaya pemulihan terumbu karang. Selain itu, kemitraan juga dapat mencakup pengembangan kebijakan yang berkelanjutan yang mempertimbangkan kebutuhan masyarakat lokal dan perlindungan terumbu karang. Dalam banyak kasus, masyarakat lokal memiliki pengetahuan tradisional tentang cara mengelola

sumber daya laut secara berkelanjutan, dan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang kebijakan yang efektif.

Kemitraan dengan masyarakat lokal dalam pengelolaan terumbu karang adalah langkah positif dalam memastikan bahwa ekosistem ini dapat tetap berlanjut untuk generasi mendatang sambil mendukung kesejahteraan komunitas lokal. Dengan kolaborasi yang kuat dan partisipasi aktif dari semua pihak yang terlibat, kita dapat menjaga kelestarian terumbu karang untuk masa depan. Salah satu model pembelajaran yang dapat dijadikan contoh dan dikembangkan adalah program membangun kemitraan yang dilakukan COREMAP-CTI di Raja Ampat, yang difasilitasi oleh Yayasan PILI. Program kemitraan yang diinisiasi di Raja Ampat tidak hanya bertujuan untuk perlindungan terumbu karang secara langsung, melainkan juga kemitraan dalam perikanan skala kecil, budidaya, serta pengolahan dan pemasaran. Inisiasi kemitraan ini tidak hanya bertujuan untuk menjaga kelestarian terumbu karang, melainkan juga peningkatan ekonomi dari pengelolaan terumbu karang yang berkelanjutan.



Menara pengawas, representasi kemitraan antara unit pengelola kawasan konservasi laut dengan masyarakat setempat

STRATEGI 8

PEMULIHAN DAN REHABILITASI EKOSISTEM TERUMBU KARANG

Saat ini terdapat dua model pendekatan dalam upaya pemulihan (restorasi) ekosistem terumbu karang, yaitu model restorasi pasif/alami dan restorasi aktif/buatan. Aspek mendasar dari konservasi terumbu karang adalah pengurangan ancaman-ancaman yang sedang berlangsung untuk memberikan kesempatan bagi proses-proses pemulihan secara alami. Namun demikian, proses restorasi buatan mungkin tetap perlu dilakukan pada kondisi dimana proses pemulihan secara alami sulit terjadi atau membutuhkan waktu yang sangat lama. Proses pemulihan buatan memerlukan alokasi sumberdaya dan tenaga kerja yang sangat besar, yang meliputi pembibitan karang dan program transplantasi, serta pemeliharaan. Proses rehabilitasi area terumbu karang yang rusak meliputi pengadaan infrastruktur dan sumberdaya yang diperlukan untuk menyebarkan spesies-spesies karang dan memeliharanya selama jangka waktu tertentu. Penggabungan dua model pendekatan ini (pengurangan ancaman dan restorasi buatan) sangat penting untuk memastikan kesehatan jangka panjang dan keberlanjutan terumbu karang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Memprioritaskan proses pemilihan ekosistem secara alami dengan melakukan upaya untuk meminimalisasi tekanan terhadap terumbu karang; dan
- Melakukan upaya pemulihan buatan yang efektif dan efisien (jika diperlukan).

Boks 6.2

Restorasi dan Rehabilitasi Terumbu Karang

Tujuan pengelolaan terumbu karang tidak hanya bertujuan untuk mempertahankan kelestarian ekosistem terumbu karang yang ada saat ini, melainkan juga memperbaiki kondisi terumbu karang yang telah terdegradasi. Memperbaiki kondisi terumbu karang menjadi sangat esensial untuk dilakukan agar fungsi dan manfaat dari ekosistem ini dapat dikembalikan. Upaya ini dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu restorasi dan rehabilitasi. Pendekatan restorasi terumbu karang pada dasarnya adalah memberikan kesempatan kepada ekosistem ini untuk memperbaiki dirinya secara alami, dengan cara mengurangi atau menghentikan faktor-faktor yang selama ini telah menyebabkan terjadinya degradasi. Disisi lain, pendekatan rehabilitasi dilakukan melalui rekayasa fisik, diantaranya melalui transplantasi karang ataupun menyediakan substrat yang tepat dan memadai agar siklus reproduksi seksual karang (penempelan larva planula) dapat berlangsung.

Pemilihan antara apakah harus melakukan pendekatan restorasi atau rehabilitasi akan sangat ditentukan oleh kondisi spesifik ekosistem terumbu karang dan daya dukung yang tersedia di suatu lokasi. Tiga pertanyaan mendasar yang harus dijawab terlebih dahulu sebelum menentukan pendekatan yang harus dipilih adalah: (1) apakah kondisi terumbu karang saat ini masih mampu untuk memperbaiki dirinya secara alami, dan (2) apakah kondisi lingkungan perairan mendukung pertumbuhan karang, dan (3) bagaimana dukungan sosial-ekonomi dari masyarakat dan pemangku kepentingan setempat. Jika kondisi terumbu karang dinilai masih mampu melakukan perbaikan secara alami, maka pendekatan restorasi harus menjadi prioritas dibanding pendekatan rehabilitasi, dan



sebaliknya. Disisi lain, pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan karang sangat dipengaruhi kondisi fisika-kimia perairan, sehingga upaya restorasi maupun rehabilitasi hanya bisa dilakukan jika kondisi perairannya mendukung. Selanjutnya, upaya restorasi dan rehabilitasi terumbu karang merupakan sebuah proses panjang dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu dukungan dari masyarakat setempat menjadi sangat esensial dalam menentukan keberhasilan dari kegiatan restorasi maupun rehabilitasi.

Salah satu pembelajaran yang dapat menjadi contoh dalam upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Indonesia adalah apa yang pernah dilaksanakan oleh COREMAP-CTI di Kampung Yensawai, Kabupaten Raja Ampat. Upaya rehabilitasi terumbu karang di Yensawai yang difasilitasi oleh PKSPL-IPB ini merupakan sebuah

model berbasis masyarakat, dimana masyarakat dilibatkan secara penuh dari pemilihan lokasi, pemilihan metode dan jenis karang, hingga kegiatan pemeliharannya. Keberhasilan model rehabilitasi berbasis masyarakat di Yensawai ini perlu direplikasi di banyak tempat lain di Indonesia, yang juga didukung oleh strategi penguatan kelompok dan skema pembiayaan berkelanjutan. Penguatan kelompok dan pembiayaan berkelanjutan merupakan komponen pendukung yang harus menjadi prioritas dalam kegiatan rehabilitasi berbasis masyarakat. Hal ini diperlukan untuk memastikan upaya terus berjalannya kegiatan pemeliharaan dan evaluasi yang membutuhkan waktu yang relatif lama dan pembiayaan yang kontinu.



Rehabilitasi terumbu karang menggunakan Reefstar System

STRATEGI 9

PENEGAKAN DAN PENAATAN HUKUM

Mengatasi tantangan penegakan hukum untuk kelestarian terumbu karang (khususnya di Indonesia) membutuhkan pendekatan multifaset yang mencakup kerangka hukum, peningkatan kapasitas, kolaborasi dengan otoritas lokal, dan keterlibatan masyarakat.



Anggota kelompok masyarakat pengawas (pokmaswas) melakukan pengamatan untuk mengawasi dan mengamankan kawasa konservasi laut



Perahu bermotor untuk patroli oleh kelompok masyarakat pengawas

Sebagai negara yang menjadi pusat keanekaragaman hayati terumbu karang dunia, Indonesia telah memiliki kerangka hukum dan peraturan mengenai perlindungan terumbu karang dan pengelolaan sumberdaya laut yang sangat memadai. Namun demikian, masih terdapat kesenjangan yang cukup besar dalam penegakan hukum dan peraturannya yang disebabkan oleh rendahnya kesadaran hukum masyarakat serta kapasitas dari penegakan hukum itu sendiri. Memperkuat kemampuan penegakan hukum, termasuk pelatihan dan alokasi sumberdaya, sangat penting untuk memastikan implementasi yang efektif. Berkolaborasi secara erat dengan pihak berwenang setempat yang memiliki pemahaman yang lebih baik tentang kondisi dan tantangan spesifiknya juga dapat meningkatkan upaya penegakan hukum. Kolaborasi ini menumbuhkan rasa tanggung jawab bersama dan membantu menjembatani kesenjangan antara peraturan nasional dan implementasi yang efektif di tingkat lokal. Tantangan di negara berkembang sering kali mencakup

masalah seperti keterbatasan dana, pelatihan yang tidak memadai, dan infrastruktur yang tidak memadai. Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, kemitraan antara lembaga pemerintah, masyarakat lokal, dan lembaga swadaya masyarakat (LSM) dapat memainkan peran penting. Kolaborasi ini dapat membantu mengisi kesenjangan sumberdaya dan keahlian, sehingga lebih mudah untuk menegakkan peraturan dan memastikan kepatuhan terhadap rencana penggunaan regeneratif. Selain itu, kampanye kesadaran dan pendidikan publik dapat membantu menumbuhkan budaya pengelolaan sumberdaya yang bertanggungjawab dan perlindungan lingkungan, sehingga mengurangi kebutuhan akan tindakan penegakan hukum yang ketat. Singkatnya, mengatasi tantangan penegakan hukum (khususnya di Indonesia) membutuhkan pendekatan multifaset yang mencakup kerangka hukum, peningkatan kapasitas, kolaborasi dengan otoritas lokal, dan keterlibatan masyarakat. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Memperkuat kemampuan penegakan hukum, termasuk pelatihan dan alokasi sumber daya;
- Membangun kolaborasi dalam penegakan hukum dan aturan antara pemerintah pusat dan otoritas lokal;
- Membangun kemitraan antara lembaga pemerintah, masyarakat lokal, dan lembaga swadaya masyarakat (LSM); dan
- Menumbuhkan budaya pengelolaan sumber daya yang bertanggung jawab dan perlindungan lingkungan, untuk mengurangi kebutuhan akan tindakan penegakan hukum yang ketat.

STRATEGI 10

PENGELOLAAN ADAPTIF DAN INTEGRATIF

Pengelolaan terumbu karang yang efektif membutuhkan pendekatan yang dinamis, adaptif, dan integratif yang bergantung pada evaluasi dan fleksibilitas. Untuk mencapai hal ini, sangat penting untuk terus menilai efektivitas langkah-langkah pengelolaan menggunakan evaluasi berbasis data. Penilaian ini memberikan wawasan penting tentang kesehatan dan ketahanan terumbu karang, serta membantu para pemangku kepentingan memahami tindakan apa yang berhasil dan apa yang perlu ditingkatkan. Selain itu, kemampuan untuk mengadaptasi strategi pengelolaan dalam menanggapi perubahan kondisi lingkungan dan ancaman yang muncul menjadi sangat penting. Terumbu karang menghadapi berbagai pemicu stres, termasuk dampak perubahan iklim, kegiatan pemanfaatan yang merusak, pencemaran, dan wabah penyakit. Oleh karena itu, otoritas pengelola harus tetap aktif dan responsif terhadap tantangan ini, memastikan bahwa strategi mereka tetap relevan dan efektif. Mendorong fleksibilitas dan kemauan untuk belajar dari keberhasilan dan kegagalan merupakan bagian integral dari keberhasilan pengelolaan terumbu karang. Tidak semua tindakan pengelolaan akan memberikan hasil yang diinginkan, dan beberapa bahkan mungkin memiliki konsekuensi yang tidak diinginkan. Dalam kasus seperti itu, sangat penting untuk mengubah dan menyesuaikan strategi yang sesuai, dengan mengambil pelajaran dari keberhasilan dan kegagalan. Proses pemantauan dan evaluasi yang berkelanjutan adalah kunci dari pendekatan adaptif ini, karena memungkinkan para otoritas pengelola untuk

mengidentifikasi tren dan masalah yang muncul, serta memfasilitasi pengambilan keputusan yang proaktif. Secara singkat, mengelola terumbu karang secara efektif menuntut komitmen yang berkelanjutan dalam memantau kesehatan ekosistem sekaligus kemampuan untuk mengadaptasi strategi pengelolaan berdasarkan temuan ilmiah dan perubahan kondisi lingkungan. Pendekatan adaptif ini memastikan bahwa ekosistem terumbu karang dapat tetap dilestarikan dan berkembang dalam menghadapi tantangan yang terus berubah dan meningkat. Pengelolaan terumbu karang yang integratif juga diperlukan untuk menjawab tantangan tata ruang dengan memperhatikan daya dukung ekosistem dan memadukan kepentingan berbagai pihak. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

- Menerapkan prinsip pengelolaan adaptif untuk mengubah dan menyesuaikan strategi yang sesuai, dengan mengambil pelajaran dari keberhasilan dan kegagalan aksi pengelolaan; dan
- Secara kontinu menilai efektivitas langkah-langkah pengelolaan menggunakan evaluasi berbasis data, untuk memahami tindakan pengelolaan apa yang berhasil dan apa yang perlu ditingkatkan.
- Meningkatkan tren pengelolaan dengan pendekatan integratif antara bentang laut (*seascape*) dan bentang darat (*landscape*) seperti proyek Blue Halo S, Ridge to Reef, dsb.

Mengelola terumbu karang secara efektif menuntut komitmen yang berkelanjutan dalam memantau kesehatan ekosistem sekaligus kemampuan untuk mengadaptasi strategi pengelolaan berdasarkan temuan ilmiah dan perubahan kondisi lingkungan.

STRATEGI 11 PENGEMBANGAN RISET PENDUKUNG

Penelitian ilmiah yang kuat, kolaborasi, dan berbagi pengetahuan merupakan aspek pendukung yang sangat penting untuk pengelolaan terumbu karang yang efektif. Untuk tujuan ini, mendukung penelitian tentang biologi, ekologi, dan teknik restorasi terumbu karang sangat penting. Pemahaman yang mendalam tentang ekosistem terumbu karang, dinamikanya, dan faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatannya sangat penting untuk menentukan keputusan yang tepat. Dengan berinvestasi dalam penelitian, kita dapat mengungkap wawasan penting mengenai ekosistem yang kompleks ini dan memungkinkan kita untuk mengembangkan strategi konservasi dan restorasi yang lebih efektif. Selanjutnya, pengembangan penelitian juga perlu diarahkan untuk mengkaji dan menemukan model-model pengelolaan yang efektif, pemanfaatan yang berkelanjutan, perkembangan sosial-ekonomi masyarakat, adaptasi perubahan iklim, serta komunikasi dan penjangkauan yang efektif. Selain itu, mendorong kolaborasi antara ilmuwan,

lembaga pemerintah, dan lembaga swadaya masyarakat (LSM) juga sangat penting. Berbagi pengetahuan dan keahlian di seluruh sektor dapat mendorong pendekatan yang lebih komprehensif dan holistik untuk pengelolaan terumbu karang. Sinergi kolaboratif ini memungkinkan para peneliti untuk memanfaatkan pengetahuan dan sumber daya kolektif mereka untuk mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi terumbu karang secara efektif. Temuan-temuan ilmiah harus digunakan untuk mengadaptasi dan menyempurnakan strategi pengelolaan secara terus-menerus. Seiring dengan semakin dalamnya pemahaman kita tentang ekosistem terumbu karang, praktik pengelolaan dapat berevolusi untuk menyelaraskan dengan wawasan ilmiah terbaru. Selain itu, mendorong kolaborasi antara peneliti dan masyarakat lokal sangat penting. Pengetahuan dan wawasan lokal, dikombinasikan dengan keahlian ilmiah, memberikan perspektif menyeluruh yang dapat meningkatkan keberhasilan upaya konservasi terumbu karang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

Penelitian terumbu karang juga berperan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya melestarikan ekosistem ini. Informasi ilmiah yang akurat dapat digunakan untuk mengedukasi masyarakat tentang cara melindungi terumbu karang.

- Mendukung riset-riset ilmiah untuk memahami aspek biologi dan ekologi serta inovasi teknologi rehabilitasi terumbu karang;
- Mengembangkan riset-riset pendukung lainnya, seperti model pengelolaan yang efektif dan pemanfaatan berkelanjutan, sosial ekonomi, adaptasi perubahan iklim, serta komunikasi dan penjangkauan; dan
- Membangun kolaborasi antara lembaga pemerintah, ilmuwan, dan LSM.

Penelitian terumbu karang juga berperan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya melestarikan ekosistem ini. Informasi ilmiah yang akurat dapat digunakan untuk mengedukasi masyarakat tentang cara melindungi terumbu karang. Salah satu langkah agar perikanan skala kecil (SSF) dapat berkontribusi terhadap keberlanjutan sumberdaya ikan, yang selanjutnya berkontribusi kepada bisnis usaha perikanan nelayan kecil, adalah melakukan riset-riset seperti:

- 1** Riset terapan untuk mengentaskan kemiskinan nelayan kecil^{84,85}, baik dalam bentuk akses pemodal, mata pencaharian alternatif, maupun pemberdayaan perempuan.
- 2** Riset mengenai pelibatan nelayan kecil dalam pengelolaan perikanan dan konservasi agar timbul kesadaran bersama akan pentingnya keberlanjutan sumberdaya ikan untuk keberlanjutan bisnis perikanan, serta memperkecil konflik horizontal nelayan terkait pemanfaatan sumberdaya ikan.

3 Riset untuk meningkatkan kapasitas nelayan kecil terkait penanganan hasil tangkapan dan kualitas ikan serta sarana dan prasarana pendukung terkait penanganan hasil tangkapan⁸⁶.

4 Riset untuk mengurangi polusi yang disebabkan oleh aktivitas nelayan, salah satunya adalah limbah perikanan (misal, plastik) yang berdampak negatif bagi ekosistem pesisir dan laut.

5 Riset untuk mengembangkan strategi khusus untuk mengurangi risiko dan dampak perubahan iklim, misalnya terkait perubahan musim penangkapan.

STRATEGI 12

PENDANAAN DAN KERJASAMA INTERNASIONAL

Upaya-upaya pengelolaan terumbu karang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan pendanaan yang memadai dari berbagai sumber, termasuk dari lembaga pemerintah, organisasi swasta, dan donor internasional yang bersedia berinvestasi dalam upaya konservasi. Ekosistem terumbu karang menghadapi berbagai ancaman secara terus menerus, sehingga sangat penting untuk mengamankan pendanaan untuk mengatasi tantangan-tantangan yang ada secara komprehensif dan berkelanjutan. Namun, alokasi sumberdaya harus dilakukan dengan bijaksana dan dengan memprioritaskan area dan ancaman berdasarkan urgensi dan dampaknya. Ini memastikan bahwa sumberdaya terbatas yang tersedia digunakan secara efisien untuk memaksimalkan efek positifnya pada kesehatan terumbu karang. Untuk mendapatkan pendanaan, diperlukan strategi yang beragam. Ini termasuk mencari hibah pemerintah, melibatkan investor swasta, dan memanfaatkan pendapatan yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan pemanfaatan yang berkelanjutan (seperti perikanan dan pariwisata). Diversifikasi sumber pendanaan tidak hanya mengurangi ketergantungan pada satu entitas tetapi juga menyediakan basis keuangan yang stabil dan berkelanjutan untuk mengimplementasikan dan memelihara rencana penggunaan regeneratif. Selain itu, mengatasi ancaman lintas batas terhadap terumbu karang memerlukan kolaborasi dengan negara tetangga dan organisasi internasional. Terumbu karang tidak mengenal batas-batas politik, dan kelestarian dan kesehatannya tergantung pada upaya regional. Upaya kolaboratif memungkinkan negara-negara untuk berbagi upaya, data, dan sumberdaya terbaik, sekaligus mendorong pendekatan kolektif untuk perlindungan terumbu karang dalam skala global. Dengan bekerja sama dan mengumpulkan sumber daya, negara dan organisasi dapat membuat dampak yang lebih signifikan dalam melindungi ekosistem terumbu karang untuk generasi sekarang dan yang akan datang. Kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dibawah strategi ini adalah:

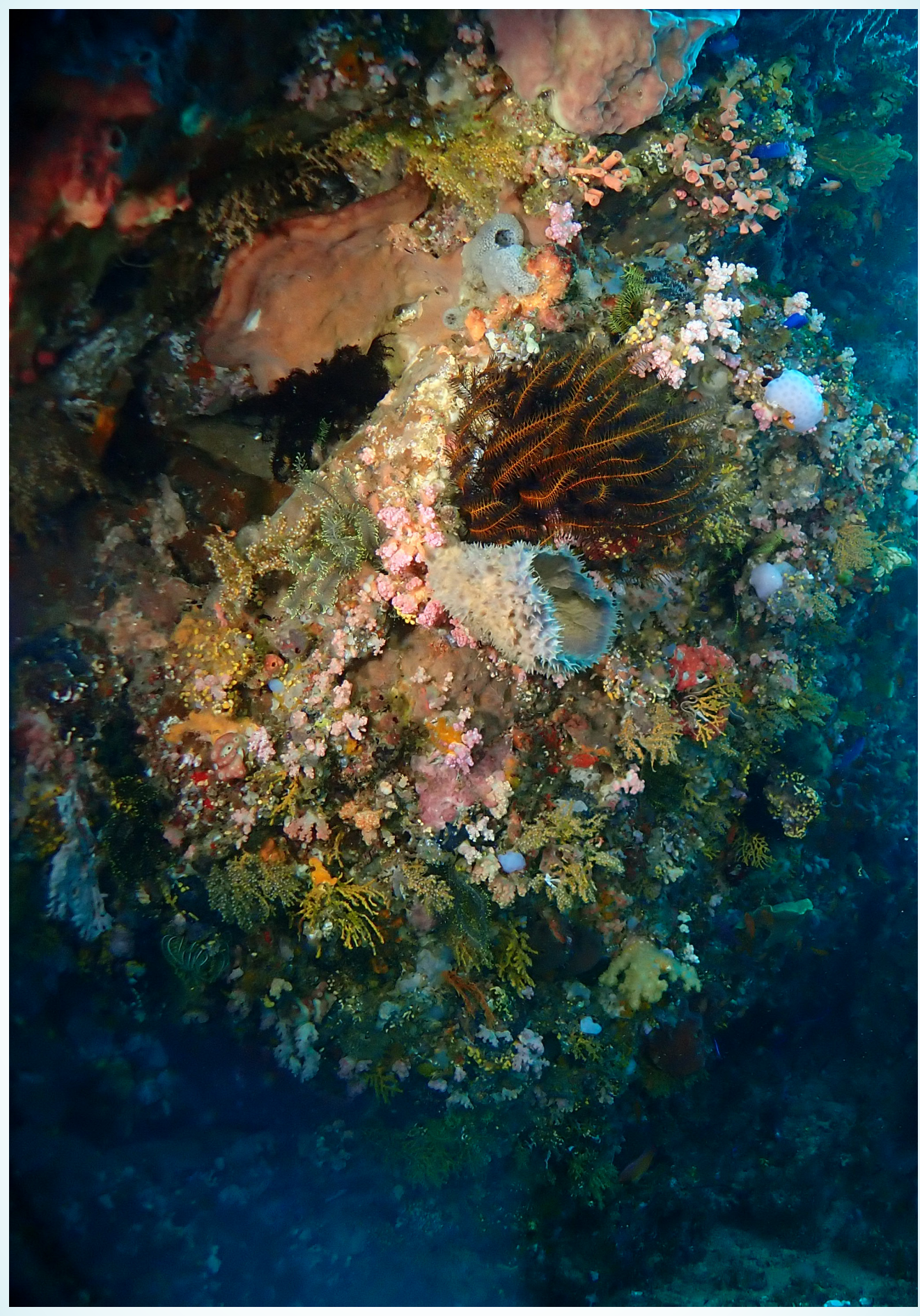
Dengan bekerja sama dan mengumpulkan sumber daya, negara dan organisasi dapat membuat dampak yang lebih signifikan dalam melindungi ekosistem terumbu karang untuk generasi sekarang dan yang akan datang.

➤ Membangun rencana alokasi pendanaan yang efektif yang memprioritaskan area dan ancaman berdasarkan urgensi dan dampaknya;

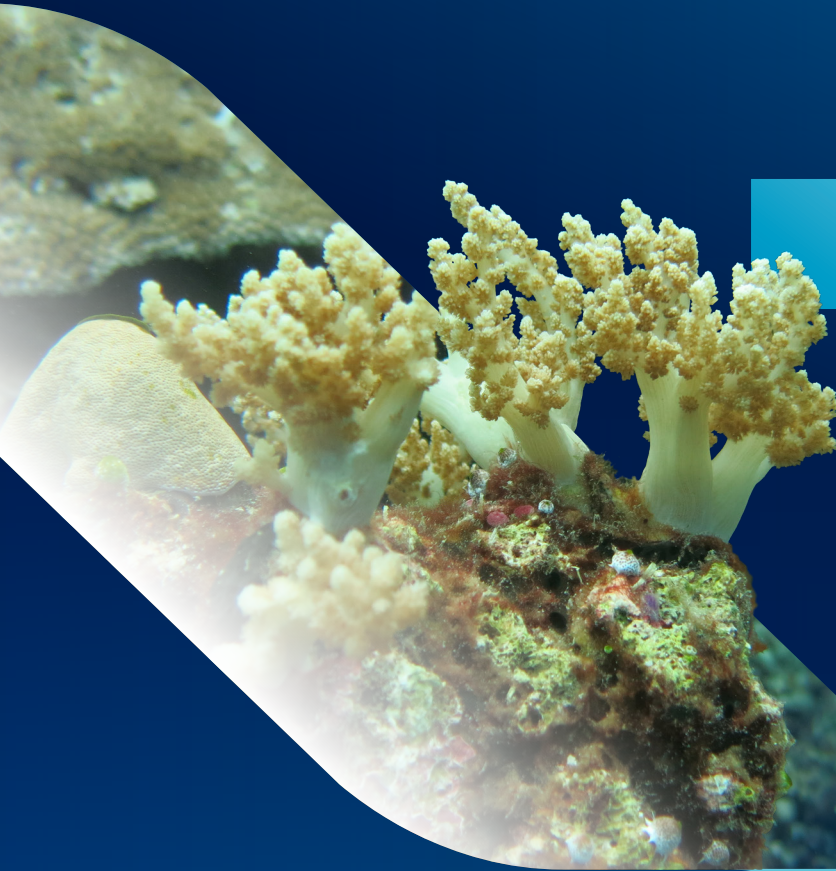
➤ Mengidentifikasi sumber-sumber pendanaan dari berbagai sumber (diversifikasi sumber pendanaan);

➤ Membangun kolaborasi dengan sektor swasta dan donor internasional yang bersedia berinvestasi dalam upaya pengelolaan terumbu karang; dan

➤ Memperkuat kerjasama internasional di tingkat regional.



B A G I A N



EPILOG

Indonesia memiliki terumbu karang yang paling beragam di dunia, sebuah kekayaan ekologi yang secara historis telah memberikan kesejahteraan bagi masyarakat pesisir. Namun, hubungan simbiosis antara manusia dan ekosistem yang dinamis ini telah terurai di masa kini. Meningkatnya populasi di wilayah pesisir, transformasi lahan yang tidak terkendali, dan praktik-praktik yang merusak lingkungan seperti metode penangkapan ikan yang merusak kini memberikan bayangan gelap pada surga terumbu karang yang pernah berkembang pesat. Jalur kehidupan yang menopang kelangsungan hidup masyarakat itu kini terancam, sehingga menantang esensi keseimbangan ekologi dan sosial-ekonomi di wilayah pesisir Indonesia.

Menangani, meredam, dan menghilangkan ancaman terhadap terumbu karang adalah penting dan mendesak. Dengan mandat untuk “mengelola terumbu karang (Indonesia) agar lestari”, COREMAP-CTI berada dalam posisi yang tepat untuk menangani beragam ancaman terhadap terumbu karang tersebut. Secara umum, COREMAP-CTI telah melakukan kegiatan-kegiatan yang terkait satu sama lain, mulai dari penerapan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu (PWPT) untuk memandu pelaksanaan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K), sampai kepada pengelolaan efektif kawasan-kawasan konservasi laut yang melibatkan para pemangku kepentingan, terutama nelayan dan masyarakat setempat, melalui kegiatan-kegiatan pariwisata bahari dan perikanan skala-kecil berkelanjutan, serta pengawasan dan pengamanan kawasan melalui kelompok pengawasan masyarakat (POKMASWAS). Intervensi tidak berhenti sampai disini karena kegiatan-kegiatan relevan lain seperti penguatan kapasitas masyarakat untuk mengelola kegiatan-kegiatan, dan

pengadaan sarana dan prasarana, juga dilakukan untuk membekali proses pengelolaan selanjutnya. Disamping itu, restorasi dan rehabilitasi ekosistem terumbu karang yang terdegradasi, serta kerja-kerja terkait perlindungan terhadap jenis biota yang terancam punah dan dilindungi, juga dilakukan. Dua tahun pelaksanaan COREMAP-CTI adalah waktu yang pendek untuk menghasilkan dampak positif yang direncanakan. Meskipun demikian, dampak positif awal sudah dapat dirasakan terutama dalam hal meningkatnya kapasitas para pihak untuk berkolaborasi dalam mengelola kawasan konservasi laut dan ekosistem penting pesisir, serta pemanfaatan sarana dan prasarana untuk ekowisata bahari dan perikanan skala-kecil.

Memastikan dampak positif awal terwujud sepenuhnya merupakan langkah penting yang harus dilakukan oleh COREMAP-CTI dan/atau para pihak lain yang berkepentingan di masa depan. Untuk itu, ditawarkan senarai strategi berikut untuk mewujudkan dampak positif yang diinginkan, yaitu:

1. pengkajian dan pemantauan kondisi ekosistem terumbu karang;
2. pengaturan kegiatan pemanfaatan perikanan dan pariwisata di terumbu karang;
3. pengendalian pencemaran;
4. mitigasi dampak perubahan iklim di tingkat ekosistem;
5. pemulihan dan rehabilitasi ekosistem; dan
6. pendanaan dan kerjasama internasional.

Strategi-strategi ini idealnya dilaksanakan secara serentak, tetapi penentuan prioritas tetap dapat dilakukan sesuai dengan konteks setempat, tata kelola yang ada, ketersediaan sumberdaya manusia, dan ketersediaan dana.

Dua tahun pelaksanaan COREMAP-CTI adalah waktu yang pendek untuk menghasilkan dampak positif yang direncanakan. Meskipun demikian, dampak positif awal sudah dapat dirasakan terutama dalam hal meningkatnya kapasitas para pihak untuk berkolaborasi dalam mengelola kawasan konservasi laut dan ekosistem penting pesisir, serta pemanfaatan sarana dan prasarana untuk ekowisata bahari dan perikanan skala-kecil.



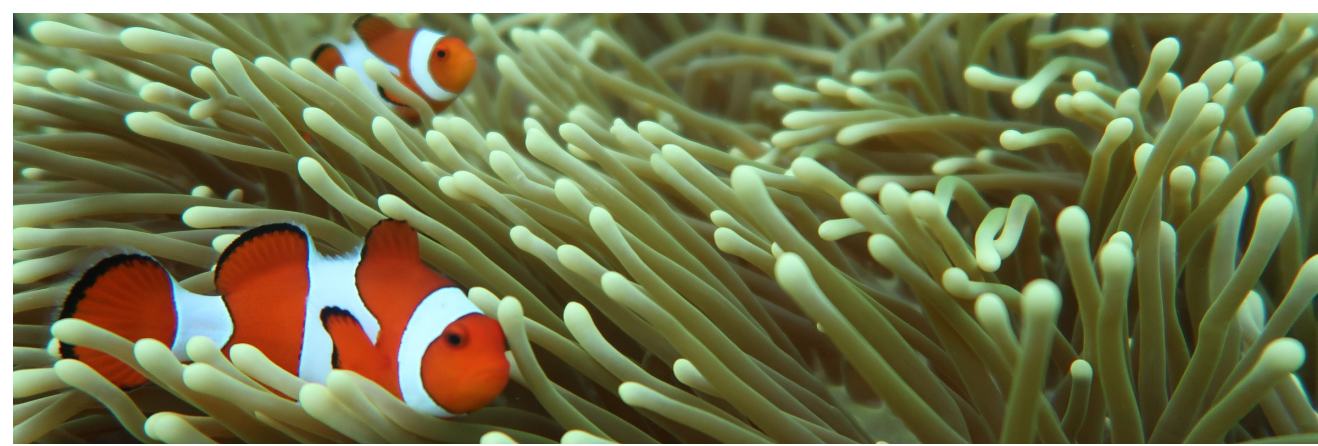
GALERI KEANEKARAGAMAN HAYATI LAUT



Penyu hijau (*Chelonia mydas*)



Porifera dan hiu ujung sirip putih penghuni terumbu karang



Sepasang ikan badut sedang bercengkerama di antara polip anemon laut

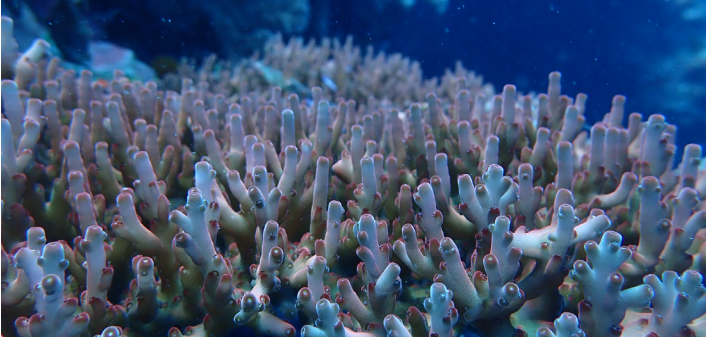




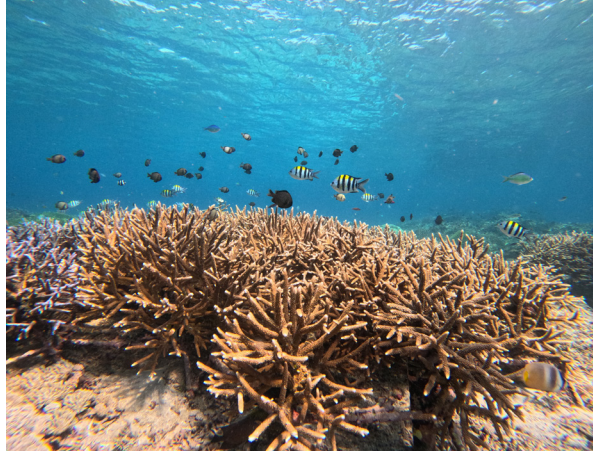
Cacing pohon natal (*Spirobranchus giganteus*) pembor terumbu



Bintang laut *Choriaster granulatus*



Acropora lorites



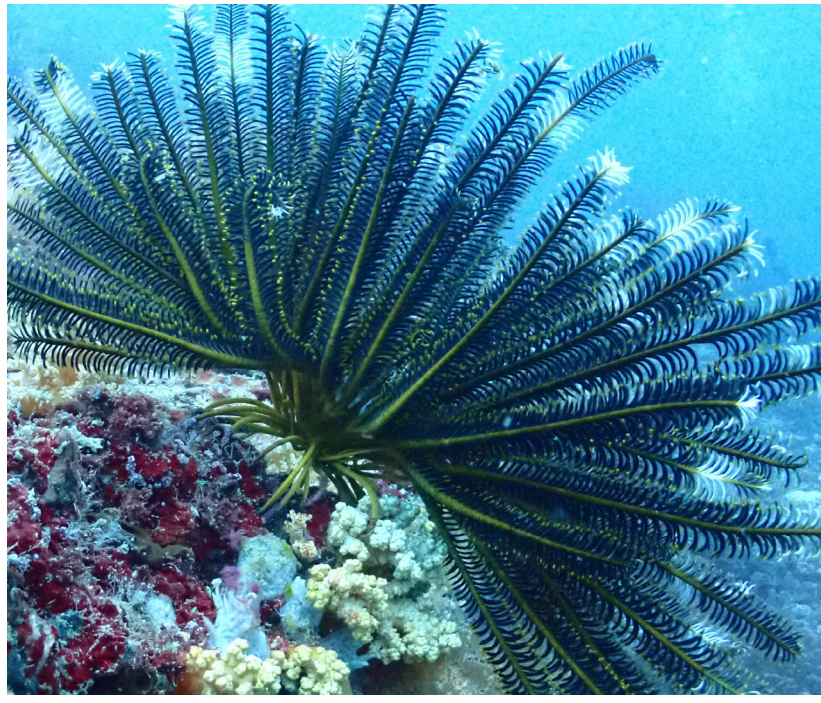
Callyspongia sp.



Gorgonia sp.



Chromodoris bullocki



Crinoidea



Echinopora sp.



Hemiscyllium spp.



Echinopora horrida



Nembrota sp.



Plerogyra sinuosa



Periclimenes sarasvati



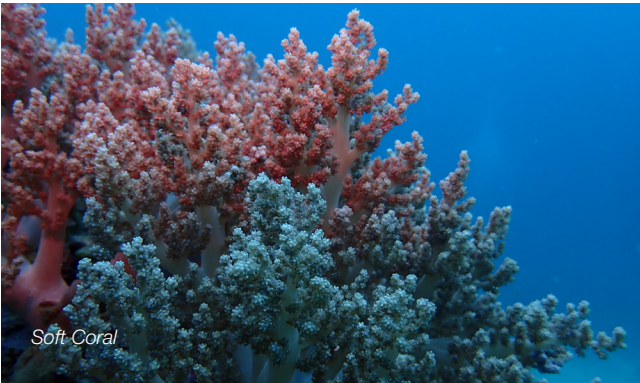
Porites sp. Branching



Porites sp.



Pterapogon kauderni



Soft Coral

KEPUSTAKAAN

- [1] Giyanto, Abrar, M., Hadi, T.A., *et al.* (2017). *Status Terumbu Karang Indonesia 2017*. Jakarta: COREMAP-CTI dan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- [2] Spalding, M.D., Ravilious, C. & Green, E.P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. Berkeley: University of California Press.
- [3] Suharsono (2023). Status terumbu karang terkini dan ekosistem terkait.
<https://www.coraltriangleinitiative.org/sites/default/files/resources/Public%20Lecture%20on%20Health%20Index%20of%20Corals%20of%20Indonesia.pdf> (diakses pada 10 Oktober 2023).
- [4] Allen, G.R. & Adrim, M. (2003). Coral Reef Fishes of Indonesia. *Zoological Studies*, 42(1): 1–72.
- [5] Hoeksema, B.W. (2007). Delineation of the Indo-Malayan centre of maximum marine biodiversity: the Coral Triangle. In: Renema, W. (editor), *Biogeography, time and place: distributions, barriers and islands*, hal. 117 – 178. Dordrecht: Springer.
- [6] Hadi, T.A., Abrar, M., Giyanto, *et al.* (2020). *The Status of Indonesian Coral Reefs 2019*. Jakarta: Research Center for Oceanography (RCO) & COREMAP-CTI.
- [7] Eakin, C.M., Sweatman, H.P.A. & Brainard, R.E. (2019). The 2014–2017 global-scale coral bleaching event: insights and impacts. *Coral Reefs*, 38(4): 539–545. doi:10.1007/s00338-019-01844-2.
- [8] Setiawan, F., Muttaqin, A., Tarigan, S.A., Muhidin, Hotmariyah, Sabil, A. & Pingkan, J. (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 Fisheries and Marine Research*, 1(2): 39–54. doi:10.21776/ub.jfmr.2017.001.02.1.
- [9] Giyanto, Manuputty, A.E.W., Abrar, M., *et al.* (2014). *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- [10] Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I.H. & Azkab, M.H. (2017). *Panduan Monitoring Padang Lamun*, Edisi II. Jakarta: Sarana Komunikasi Utama.
- [11] Dharmawan, I.W.E., Suyarso, Ulumuddin, Y.I., Prayudha, B. & Pramudji. (2020). *Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia*. Jakarta: Media Sains Nasional.
- [12] Fakhurrozi, I., Yusri, S., Prastowo, M., Suhendar, D.B., Fahmi, R.N., Adiwijaya, C. & Dewi R.A. (2023). *Kondisi Kesehatan Terumbu Karang di TNP Laut Sawu*. Jakarta: Yayasan Terangi.
- [13] Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023). Profil Kawasan Konservasi Perairan Nasional: Taman Nasional Perairan/TNP Laut Sawu.
<https://kkp.go.id/djprl/bkpkpnkupang/page/352-profil-tnp-laut-sawu> (diakses pada 22 Oktober 2023).
- [14] Mustika, P.L., Ratha, I.M.J. & Prinanda, O. (2022). *Laporan Kajian Keanekaragaman dan Kelimpahan Cetacea*. Bali: Reef Check Indonesia.
- [15] Kahn, B. & Fajariyanto, Y. (2014). *Rapid Ecological Assessment (REA) for Cetaceans in the Savu Sea Marine National Park*. The Nature Conservancy – Indonesia Coasts and Oceans Program.

- [16] Wahyudi, A.J., Sjafrie, N.D.M., Sutisna, D., *et al.* (2022). Kupas Tuntas Legasi COREMAP: Hasil, Dampak, serta Proyeksi Program Pemantauan dan Riset Ekosistem Laut Indonesia. Jakarta: Penerbit Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
- [17] Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Ambo-Rappe, R., *et al.* (2021). The first nationwide assessment identifies valuable blue-carbon seagrass habitat in Indonesia is in moderate condition. *Science of The Total Environment*, 782: 146818. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146818>
- [18] Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1994 tentang Pengesahan United Nations Convention on Biological Diversity (konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Keanekaragaman Hayati).
- [19] CBD (2022). *Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 15/4. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Montreal, Canada: Convention on Biological Diversity.
- [20] Fabricius, K. (2011). Nutrient Pollution/Eutrophication. In: Hopley, D. (editor), *Encyclopedia of Modern Coral Reefs*, pp. 722–731. DOI 10.1007/978-90-481-2639-2. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.
- [21] Pinheiro, H.T., MacDonald, C., Santos, R.G., *et al.* (2023). Plastic pollution on the world's coral reefs. *Nature*, 619: 311–316.
- [22] D'Angelo, C. & Wiedenmann, J. (2014). Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: new perspectives and implications for coastal management and reef survival. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 7: 82–93.
- [23] Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. & Perry, A. (2011). *Reefs at Risk Revisited*. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- [24] Pet-Soede, L. & Erdmann, M. (1998). An overview and comparison of destructive fishing practices in Indonesia. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin #4 (April 1998)*: 28–36.
- [25] Woodhead, A.J., Hicks, C.C., Norstrom, A.V., Williams, G.J. & Graham, N.A.J. (2019). Coral reef ecosystem services in the Anthropocene. *Functional Ecology*, 2019: 1–12.
- [26] Purwanto, Matualage, D., Rumengan, I., *et al.* (2021). *Laporan Status Ekologi Kawasan Konservasi Perairan Selat Dampier, Raja Ampat, Tahun 2021*. Manokwari, Sorong, Raja Ampat, Bogor: Universitas Papua, Unit Pelaksana Teknis KKP Raja Ampat, Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Conservation International, Yayasan Konservasi Alam Nusantara, RARE Indonesia.
- [27] Ilhamsyah, I., Sitanggang, E. P., & Budiman, J. (2014). Kontribusi hasil perikanan laut terhadap produk domestik regional bruto (PDRB) Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 1.
- [28] BPS Raja Ampat (2023). PDRB Kabupaten Raja Ampat Atas Dasar Harga Berlaku (ADHB) menurut Lapangan Usaha (Juta Rupiah), 2020-2022. <https://rajaampatkab.bps.go.id/indicator/52/183/1/pdrb-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-lapangan-usaha.html>
- [29] Spalding, M., Burke, L., Wood, S.A., *et al.* (2017). Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. *Marine Policy*, 82: 104–113.
- [30] Wilkinson, C.R. (1999). Global and local threats to coral reef functioning and existence: Review and predictions. *Marine and Freshwater Research*, 50: 867–878.

- [31] Wear, S.L. (2016). Missing the boat: Critical threats to coral reefs are neglected at global scale. *Marine Policy*, 74: 153–157.
- [32] Fox, H.E. & Caldwell, R.L. (2006). Recovery from blast fishing on coral reefs: A tale of two scales. *Ecological Applications*, 16(5): 1631–1635.
- [33] Mason, R.A.B., Bojec, Y.-M. & Mumby, P.J. (2023). Setting sustainable limits on anchoring to improve the resilience of coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 189 (2023): 114721.
- [34] McManus, J.W., Reyes, R.B., Jr. & Nanola, C.L., Jr. (1997). Effects of some destructive fishing methods on coral cover and potential rates of recovery. *Environmental Management*, 21(1): 69–78.
- [35] Caras, T. & Pasternak, Z. (2009). Long-term environmental impact of coral mining at the Wakatobi marine park, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 52: 539–544.
- [36] Supriharyono (2004). Effects of sand mining on coral reefs in Riau Islands. *Journal of Coastal Development*, 7(2): 89–100.
- [37] United States Environmental Protection Agency (2023). Threats to coral reefs: <https://www.epa.gov/coral-reefs/threats-coral-reefs> (diakses pada 20 September 2023).
- [38] ISRS (2004) The effects of terrestrial runoff of sediments, nutrients, and other pollutants on coral reefs. Briefing Paper 3, International Society for Reef Studies.
- [39] Risk, M.J. & Edinger, E. (2011). Impacts of sediment on coral reefs. In: David Hopley (ed.), *Encyclopedia of Modern Coral Reefs*, pp. 575–586. DOI 10.1007/978-90-481-2639-2. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.
- [40] Silbiger, N.J., Nelson, C.E., Remple, K., *et al.* (2018). Nutrient pollution disrupts key ecosystem function on coral reefs. *Proceedings of the Royal Society B*, 285: 20172718.
- [41] Roth, F., El-Khaled, Y.C., Karcher, D.B., *et al.* (2021). Nutrient pollution enhances productivity and framework dissolution in algae- but not in coral-dominated reef communities. *Marine Pollution Bulletin*, 168: 112444.
- [42] van Dam, J.W., Negri, A.P., Uthicke, S. & Mueller, J.F. (2011). Chemical pollution on coral reefs: exposure and ecological effects. *Ecological Impacts of Toxic Chemicals*, 2011: 187–211.
- [43] Zhang, W., Yong, S.O., Bank, M.S. & Sonne, C. (2023). Macro- and microplastics as complex threat to coral reef ecosystems. *Environmental International*, 174 (2023): 107914.
- [44] Lloyd-Smith, M. & Immig, J. (2018). *Ocean Pollutants Guide: Toxic Threats to Human Health and Marine Life*. International Pollutants Elimination Network (IPEN), www.ipen.org.
- [45] NOAA (2018). Infographic: How does climate change affects coral reefs? <https://www.noaa.gov/multimedia/infographic/infographic-how-does-climate-change-affect-coral-reefs> (April 23, 2018). United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- [46] National Research Council (2020). *Climate Change: Evidence and Causes: Update 2020*. Washington, DC: The National Academies Press.
- [47] Hoegh-Guldberg, O. (2011). Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Regional Environmental Change*, 11 (Supplement 1): S215–S227.

- [48] Sully, S., Burkepille, D.E., Donovan, M.K., Hodgson, G. & van Woesik, R. (2019). A global analysis of coral bleaching over the past two decades. *Nature Communications*, 10: 1264.
- [49] Hoegh-Guldberg, O., *et al.* (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318: 1373–1741.
- [50] Kleypas, J.A. & Yates, K.K. (2009). Coral reefs and ocean acidification. *Oceanography*, 22(4): 109–117.
- [51] Hill, T.S. & Hoogenboom, M.O. (2022). The indirect effects of ocean acidification on corals and coral communities. *Coral Reefs*, 41: 1557–1583.
- [52] Claar, D.C., Szostek, L., McDevitt-Irwin, J.M., Schanze, J.J. & Baum, J.K. (2018). Global patterns and impacts of El Nino events on coral reefs: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 13(2): e0190957.
- [53] McGowan, H. & Theobald, A. (2017). ENSO weather and coral bleaching on the Great Barrier Reef, Australia. *Geophysical Research Letters*, 44: 10601–10607.
- [54] McGowan, H. & Theobald, A. (2023). Atypical weather patterns cause coral bleaching on the Great Barrier Reef, Australia, during the 2021 – 2022 La Nina. *Scientific Reports*, (2023)13: 6397.
- [55] Rhoades, O.K., Brandt, M. & Witman, J.D. (2023). La Nina-related coral death triggers biodiversity loss of associated communities in the Galapagos. *Marine Ecology*, 2023;00: e12767.
- [56] Rothig, T., Trevathan-Tackett, S.M., Voolstra, C.R., *et al.* (2023). Human-induced salinity changes impact marine organisms and ecosystems. *Global Change Biology*, 2023;29:4731–4749.
- [57] Knutson, T.R., Chung, M.V., Vecchi, G., *et al.* (2021). ScienceBrief Review: Climate change is probably increasing the intensity of tropical cyclones. In: *Critical Issues in Climate Change Science*, edited by: Le Quéré, C., Liss, P. & Forster, P. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4570334>
- [58] Manikanta, N.D., Joseph, S. & Naidu, C.V. (2023). Recent global increase in multiple rapid intensification of tropical cyclones. *Scientific Reports*, 2023(13):15949.
- [59] Delorme, B. & Eddebbbar, Y. (2016). *Ocean Circulation and Climate: An Overview*. Tersedia dan dapat diunduh melalui https://www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2017/03/ocean-circulation-climate_ScientificNotes_Oct2016_BD_ppp-3.pdf
- [60] Winton, M., Griffies, S.M., Samuels, B.L., *et al.* (2013). Connecting Changing Ocean Circulation with Changing Climate. *Journal of Climate*, 26: 2268–2278. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00296.1>
- [61] PKSPL-IPB (2022). *Desain Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu dalam Mendukung Percepatan Pelaksanaan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3-K) di Provinsi Papua Barat*. Laporan Keseluruhan Pelaksanaan Program, Tema Paket 4: Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut, Institut Pertanian Bogor.
- [62] Terangi (2022a). *Pengembangan Ekowisata Bahari dan Pembangunan Rendah Karbon Sebagai Bentuk Pemanfaatan Kawasan Konservasi Perairan (KKP) oleh Masyarakat di Raja Ampat*. Laporan Keseluruhan Pelaksanaan Program, Tema Paket 1. Jakarta: Yayasan Terumbu Karang Indonesia.
- [63] Yapeka (2022). *Pemanfaatan Kawasan Konservasi Perairan oleh Masyarakat Secara Berkelanjutan di Laut Sawu*. Laporan Keseluruhan Pelaksanaan Program, Tema Paket 2. Bogor: Yapeka.

- [64] Terangi (2022b). *Penguatan Kapasitas Masyarakat untuk Dapat Mengelola Kawasan Perikanan di Kawasan Konservasi dan Melakukan Pengawasan Berbasis Masyarakat di Raja Ampat dan Laut Sawu*. Laporan Keseluruhan Pelaksanaan Program, Tema Paket 5: Dukungan untuk Kelompok Masyarakat Pengawas. Jakarta: Yayasan Terumbu Karang Indonesia.
- [65] PILI (2022). *Berangkat dari Adat: Penguatan Tata Kelola Perikanan Berkelanjutan Berbasis Kearifan Lokal Kesatuan Masyarakat Hukum Adat (KMHA) di Taman Nasional Perairan (TNP) Laut Sawu – Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Suaka Alam Perairan (SAP) Kepulauan Raja Ampat – Provinsi Papua Barat*. Laporan Keseluruhan Pelaksanaan Program, Tema Paket 6: Akses Masyarakat Adat. Bogor: Yayasan Pusat Informasi Lingkungan Indonesia.
- [66] Haas, B., Mackay, M., Novaglio, C., et al. (2022). The future of ocean governance. *Review of Fish Biology and Fisheries*, 32: 253–270. <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09631-x>
- [67] Singh, G.G., Cisneros-Montemayor, A.M., Swartz, W., et al. (2017). A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among sustainable development goals. *Marine Policy*, 96: 223–231. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.030>
- [68] Fish, T.E. & Walton, A.H. (2013). Marine Protected Area Management Capacity Development: Assessing and Responding to Local and Regional Needs. *The George Wright Forum*, 30(2): 171–181.
- [69] MMAF & CTC (2020). *Needs assessment and roadmap for capacity building program for aquatic, coasts, and small islands conservation areas (kkp3k) personnel in Indonesia 2020-2024*. Bali: Coral Triangle Center.
- [70] Forest Trends, The Katoomba Group & UNEP (2008). *Payments for Ecosystem Services, Getting Started: A Primer*. Washington, D.C.: Forest Trends & The Katoomba Group.
- [71] Atmojo, E., Lamers, M. & Mol, A. (2017). Financing marine conservation tourism: Governing entrance fees in Raja Ampat, Indonesia. *Marine Policy*, 78: 181–188.
- [72] Diswandi, D., Fadliyanti, L., Affi, M. & Hailuddin, H. (2021). Tourism Enterprises' Willingness to Contribute to Payment for Ecosystem Services (PES) Program in Gili Matra, Indonesia. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 556: 418- 421.
- [73] Spergel, B. & Moye, M. (2004). *Financing marine conservation: A menu of options*. Washington, DC: WWF Center for Conservation Finance.
- [74] Kementerian PPN/Bappenas & ICCTF (2022). *Indonesia Blue Finance Policy Note*. Jakarta: Indonesia Climate Change Trust Fund.
- [75] Ardianto, P. (2023). Indonesia dan Bank Dunia Kembangkan Obligasi Terumbu Karang. Dapat dilihat pada <https://www.beritasatu.com/ekonomi/1069917/indonesia-dan-bank-dunia-kembangkan-obligasi-terumbu-karang>
- [76] Bosmans, P. & de Marz, F. (2023). The Blue Bond Market: A catalyst for ocean and water financing. *Journal of Risk and Financial Management*, 16: 184. <https://doi.org/10.3390/jrfm16030184>
- [77] Thompson, B.S. (2022). Blue bonds for marine conservation and a sustainable ocean economy: Status, trends, and insights from green bonds. *Marine Policy*, 144(2022):105219.
- [78] Laing, A. (2020). Blue Economy and Blue Bonds: An overview of the concepts and the pioneering case of Seychelles. *Seychelles Research Journal*, 2(1): 155–164.

- [79] Wahidin, D. (2017). Surat Utang Negara (SUN) Ritel. Presentasi disampaikan di Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Lampung, 13 April 2017. Jakarta: Kementerian Keuangan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pengelolaan Pembiayaan dan Risiko, Direktorat Surat Utang Negara.
- [80] Arta, A. (2023). Indonesia successfully issues JPY 104.8 billion Samurai Bond and inaugural Blue Bond. Dapat dilihat pada <https://www.djppr.kemenkeu.go.id/en/indonesiasuccessfullyissuesjpy104.8billionsamuraibondandinauguralbluebonds>.
- [81] Surachman, E.N. & Setiawan, H. (2016). Municipal bonds as the financing strategy for urban infrastructure: Case study of Jakarta MRT. *Jurnal Keuangan dan Perbankan*, 20(3): 369–381
- [82] Kittinger, J.N., Finkbeiner, E.M., Glazier, E.W. & Crowder, L.B. (2012). Human dimensions of coral reef social-ecological systems. *Ecology and Society*, 17(4): 17.
- [83] Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023). Sistem Database Konservasi (SIDAKO). <https://sidakokkhl.kkp.go.id/sidako/> (diakses pada 12 Oktober 2023).
- [84] Stacey, N., Gibson, E., Loneragan, N.R., *et al.* (2019). Enhancing coastal livelihoods in Indonesia: An evaluation of recent initiatives on gender, women and sustainable livelihoods in small-scale fisheries. *Maritime Studies*. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40152-019-00142-5>.
- [85] Béné, C., Riba, A. & Wilson, D. (2020). Impacts of resilience interventions – evidence from a quasi-experimental assessment in Niger. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101390>
- [86] HLPE (2014). *Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome 2014.
- [87] Danson, T., & D’Orso, M. (2011). *Oceana: our endangered oceans and what we can do to save them*. New York, Rodale.
- [88] Reid, Craig Stephen., Marshall, Justin., Logan, Dave., Kleine, Diana., Krisantini., Badib, Linda., Kusuma, Luh Putu Ayu Savitri Ch., & Wagey, Tonny. (2011). *Terumbu karang dan perubahan iklim: panduan pendidikan dan pambangun kesadartahuan*. Jakarta. Kerjasama Australian Government, Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan, The University of Quensland, dan Coral Watch
- [89] UN Environment., ISU., ICRI., & Trucost. (2018) *The Coral Reef Economy: The business case for investment in the protection, preservation and enhancement of coral reef health*. 36pp
- [90] Aziz A, 2003. *Kajian Pengembangan Pariwisata Bahari di Kelurahan Pulau Kelapa Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, Daerah Khusus Ibukota Jakarta*. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- [91] Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [92] Liu, G., Heron, S., Eakin, C., Muller-Karger, F., Vega-Rodriguez, M., Guild, L., De La Cour, J., Geiger, E., Skirving, W., Burgess, T., Strong, A., Harris, A., Maturi, E., Ignatov, A., Sapper, J., Li, J., & Lynds, S. (2014). *Reef-Scale Thermal Stress Monitoring of Coral Ecosystems: New 5-km Global Products from NOAA Coral Reef Watch*. *Remote Sensing*, 6(11), 11579–11606. <https://doi.org/10.3390/rs6111579>

- [93] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Diunduh dari <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> pada 22 November 2023
- [94] Burke, L., Reynter, L., Spalding, M., & Perry, A. (2012). Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle. World Resource Institute.
- [95] Veron, J.E.N. (2000a). *Corals of the World*. Townsville: Australian Institute of Marine Science. Vol 1-3. 1410pp.
- [96] Hoegh-Guldberg, O., Pendleton, L., Kaup, A. (2019). People and the changing nature of coral reefs. *Regional Studies in Marine Science*, 30: 100699. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100699>
- [97] Suárez-Castro, A. F., Beyer, H. L., Kuempel, C. D., Linke, S., Borrelli, P., Hoegh-Guldberg, O. (2021). Global forest restoration opportunities to foster coral reef conservation. *Global Change Biology*, 27(20): 5238-5252. <https://doi.org/10.1111/gcb.15811>
- [98] Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., Razak, T. (2003). *From Ocean to Aquarium: The Global Trade in Marine Ornamental Species*. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre.
- [99] Cooper, E. L., Hirabayashi K., Strychar K. B., Sammarco, P. W. (2014). Corals and their potential applications to integrative medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014: 184959. <https://doi.org/10.1155/2014/184959>
- [100] UN Environment, ISU, ICRI, Trucost. (2018). *The Coral Reef Economy: The business case for investment in the protection, preservation, and enhancement of coral reef health*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/26694>
- [101] Deloitte Access Economics (2017). *At what price? The economic, social and icon value of the Great Barrier Reef*. Diunduh dari <https://www.barrierreef.org/uploads/deloitte-au-economics-great-barrier-reef-230617.pdf>
- [102] Woodroffe, C. D., Webster J. M. (2014). Coral reefs and sea-level change. *Marine Geology*, 2014: 248-267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2013.12.006>
- [103] Green Finance Institute (2022). *The Wildlife Conservation Bond 'The Rhino Bond'*. Diunduh dari <https://www.greenfinanceinstitute.com/gfihive/case-studies/the-wildlife-conservation-bond-the-rhino-bond/> pada 5 Januari 2024
- [104] Hadi, T.E., Giyanto, Prayudha, B., Hafizt, M., Budiyanto, A., Suharsono (2018). *Status Terumbu Karang Indonesia*. Puslit Oseanografi-LIPI. Jakarta





Kementerian PPN/
Bappenas



ICCTF
Indonesia Climate Change Trust Fund

**Menjaga Terumbu Karang untuk
Keberlanjutan Generasi Mendatang**
Lesson Learned dan Best Practice

Indonesia Climate Change Trust Fund (ICCTF) ©2024