

# BIOLOGI LAUT

LSO  
CREATIVE

STRUKTUR, FUNGSI, DAN  
EKOLOGI ORGANISME LAUT

Editor  
Siti Balqis Huriyah

Jacomina Tahapary, Juharni, Andika Putriningtias,  
Didha Andini Putri, Nurul Fatimah Yunita, Irwan  
Ismail, Nur Ikhsan, Ummu Salma, Iwan Kuncoro,  
Vidya Octaverina, Emmy Syafitri

# **BIOLOGI LAUT : STRUKTUR, FUNGSI, DAN EKOLOGI LAUT**

## **Penulis**

Jacomina Tahapary  
Juharni  
Andika Putriningtias  
Didha Andini Putri  
Nurul Fatimah Yunita  
Irwan Ismail  
Nur Ikhsan  
Ummu Salma  
Iwan Kuncoro  
Vidya Octaverina  
Emmy Syafitri

## **Editor**

Siti Balqis Huriyah



PENERBIT

**CV. LSO CREATIVE**

# **BIOLOGI LAUT : STRUKTUR, FUNGSI, DAN EKOLOGI LAUT**

**Penulis :** Jacomina Tahapary, Juharni, Andika Putriningtias, Didha Andini Putri, Nurul Fatimah Yunita, Iwan Kuncoro Ismail, Nur Ikhsan, Ummu Salma, Iwan, Vidya Octaverina, Emmy Syafitri

**Editor** : Siti Balqis Huriyah

**ISBN** : 978-634-04-5015-6 (PDF)

**Desain Sampul dan Tata Letak** : Siti Balqis Huriyah

**Penerbit** :

CV. LSO Creative

**Redaksi** :

Jl. Pendidikan (Pipa Sungai Lais) No. 42, Jakabaring Selatan, Kec. Rambutan, Kab. Banyuasin, Sumatera Selatan. 30967

Telp : 083141616988

Email : cvlsocreative@gmail.com

Website : <https://lsocreative.id/>

**Distributor** :

CV. LSO Creative

**Cetakan Pertama:** November 2025

**Hak Cipta dilindungi undang-undang**

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, akhirnya buku yang berjudul "Biologi Laut: Struktur, Fungsi, dan Ekologi Laut" dapat kami selesaikan. Buku ini hadir sebagai wujud kepedulian terhadap kondisi ekosistem laut yang kian menghadapi tekanan akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim global.

Buku ini terdiri dari sebelas bab yang membahas berbagai aspek penting struktur, fungsi, dan ekologi laut, dimulai dari Laut sebagai Lingkungan Hidup, Keanekaragaman Organisme Laut, Struktur dan Anatomi Organisme Laut, Perilaku Organisme laut, Hubungan Antar Organisme, Adaptasi Organisme Laut terhadap Lingkungan, Perubahan Lingkungan Laut dan Dampaknya, hingga Biologi Laut di Masa Depan. Setiap bab ditulis dengan pendekatan ilmiah dan reflektif, menggabungkan hasil-hasil penelitian terkini dengan pandangan kritis terhadap tantangan dan peluang dalam pengelolaan sumber daya laut berkelanjutan.

Palembang, November 2025

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>Bab 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Pendahuluan .....	1
1.2. Biologi .....	2
1.3. Biologi Laut .....	5
1.4. Manfaat Biologi Laut .....	6
<b>Bab 2. LAUT SEBAGAI LINGKUNGAN HIDUP.....</b>	<b>12</b>
2.1. PENDAHULUAN .....	12
2.2. Pengertian Laut sebagai Ekosistem.....	13
2.3. Karakteristik Lingkungan Laut .....	14
2.4. Struktur Fisik Laut .....	40
<b>Bab 3. KEANEKARAGAMAN ORGANISME LAUT .....</b>	<b>41</b>
3.1. Pendahuluan .....	41
3.2. Tingkatan Keanekaragaman Hayati Laut.....	44
3.3. Sebaran Vertikal Dan Horizontal Organisme Laut .....	46
3.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Distribusi Organisme Laut	52
3.5. Teknologi dan Metode Penelitian Terbaru .....	54
<b>Bab 4. STRUKTUR DAN ANATOMI ORGANISME LAUT .....</b>	<b>58</b>
4.1. Pendahuluan .....	58
4.2. Tingkatan Struktur Kehidupan di Laut.....	59
4.3. Struktur Luar (Morfologi) Organisme Laut.....	61
4.4. Anatomi Internal dan Sistem Organ .....	68
4.5. Adaptasi Anatomi terhadap Lingkungan Laut .....	70
4.6. Signifikansi dan Aplikasi Ilmu Anatomi Laut .....	71
<b>Bab 5. FISILOGI ORGANISME LAUT .....</b>	<b>72</b>
5.1. Pendahuluan .....	72
5.2. Sistem Pernapasan .....	72

5.3. Sistem Pencernaan .....	75
5.4. Sirkulasi dan Sistem Peredaran Darah .....	77
<b>Bab 6. PERILAKU ORGANISME LAUT .....</b>	<b>79</b>
6.1. Pendahuluan .....	79
6.2. Teknologi dan Metode Pemantauan Perilaku .....	80
6.3. Perilaku Pencarian Makan dan Foraging .....	82
6.4. Efek Perubahan Lingkungan terhadap Perilaku Organisme.....	84
6.5. Perilaku Sosial, Komunikasi, dan Interaksi .....	86
6.6. Migrasi dan Orientasi .....	87
6.7. Pertahanan Diri, Kamufase, dan Strategi Hindar .....	89
6.8. Implikasi Konservasi dan Perilaku sebagai Indikator .....	90
6.9. Perilaku Reproduksi dan Parental Care .....	92
<b>Bab 7. EKOLOGI LAUT: HUBUNGAN ANTAR ORGANISME .....</b>	<b>95</b>
7.1. Pengertian dan Ruang Lingkup Ekologi Laut .....	96
7.2. Komponen Biotik dan Abiotik Ekosistem Laut.....	98
7.3. Jenis-Jenis Interaksi Antarorganisme di Laut .....	101
7.4. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan Laut.....	106
<b>Bab 8. STRUKTUR DAN DINAMIKA EKOSISTEM LAUT .....</b>	<b>111</b>
8.1. Definisi dan Lingkup Ekosistem Laut.....	111
8.2. Komponen Ekosistem Laut.....	112
8.3. Tipe-Tipe Ekosistem Laut.....	118
8.4. Struktur dan Fungsi Ekosistem Laut.....	124
8.5. Dinamika Ekosistem Laut.....	129
8.6. Studi dan Pemodelan Ekosistem Laut.....	134
8.7. Sintesis Ekosistem Laut .....	139
<b>Bab 9. ADAPTASI ORGANISME LAUT TERHADAP LINGKUNGAN LAUT</b> .....	<b>141</b>
9.1. Kondisi Lingkungan Laut.....	141
9.2. Jenis-Jenis Adaptasi Organisme Laut .....	146
9.3. Adaptasi Terhadap Faktor Lingkungan.....	150
9.4. Studi Kasus Adaptasi Organisme Laut .....	153
9.5. Dampak Perubahan Lingkungan Terhadap Adaptasi .....	155

<b>Bab 10. PERUBAHAN LINGKUNGAN LAUT DAN DAMPAKNYA .....</b>	<b>156</b>
10.1. Pendahuluan .....	156
10.2. Konsep dan Karakteristik Lingkungan Laut .....	157
10.3. Proses Kunci dalam Kerangka Perubahan Lingkungan Laut .	159
10.4. Kerentanan Ekosistem Laut .....	161
10.5. Strategi Mitigasi dan Adaptasi .....	162
10.6. Implikasi Kebijakan dalam Perluasan Kawasan Konservasi Laut ( <i>Marine Protected Areas</i> ) .....	165
 <b>Bab 11. BIOLOGI LAUT DI MASA DEPAN.....</b>	<b>167</b>
11.1. Dampak Perubahan Iklim Global dan Adaptasi Organisme Laut .....	167
11.2. Bioteknologi Kelautan dan Sumber Daya Genetik Biru .....	169
11.3. Ekologi Laut dalam Perspektif 'Satu Kesehatan' ( <i>One Health</i> )	172
11.4. Penerapan Teknologi Digital dan Pengelolaan Berbasis Data	175
11.5. Konservasi Laut Inovatif dan Ekonomi Biru Berkelanjutan ...	177
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>182</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>225</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perkembangan zaman kuno dan era explorasi biologi laut ....	3
Tabel 1.2. Era modern dan perkembangan biologi laut .....	4
Tabel 8. 1. Perkiraan Komposisi Nutrien Organisme Laut .....	114
Tabel 8. 2. Efisiensi Transfer Energi pada Berbagai Jenis Ekosistem Laut .....	126
Tabel 8. 3. Jumlah Spesies Laut per Kelompok Taksonomi Utama .....	127
Tabel 8. 4. Dampak Fenomena Iklim Global terhadap Ekosistem Laut .....	132
Tabel 8. 5. Contoh Model Spasial Ekosistem Laut .....	138

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ekosistem Laut .....	14
Gambar 2.2. Sifat fisik Air laut .....	14
Gambar 2.3. Gelombang laut .....	23
Gambar 2.4. Pasang Surut air laut .....	24
Gambar 2.5. Proses pertukaran Karbon dioksida dalam laut.....	26
Gambar 2.6. Pertukaran Gas dala laut .....	27
Gambar 2.7. Proses daur Nitrogen dan Fosfor dalam perairan laut .....	28
Gambar 2.8. fitoplankton berperan dalam siklus karbon .....	31
Gambar 2.9. Zooplankton.....	32
Gambar 2.10. Ikan laut.....	33
Gambar 2.11. Jenis moluska .....	34
Gambar 2.12. Mamalia laut .....	35
Gambar 2.13. Terumbu karang .....	35
Gambar 2.14. Mangrove .....	38
Gambar 5.1. Sistem pernapasan pada ikan.....	75
Gambar 5.2. Sistem pencernaan ikan .....	76
Gambar 5.3. Sistem sirkulasi pada Ikan .....	77
Gambar 5.4. Sistem sirkulasi pada mamalia .....	78
Gambar 7.1. Interaksi Antar Makhluk Hidup di Ekosistem Laut .....	97
Gambar 7.2. Faktor biotik dan abiotik yang mengatur ekosistem laut..	99
Gambar 7.3. Terumbu karang yang berwarna warni .....	101
Gambar 7.4. Simbiosis komensalisme antara ikan remora dan hiu ...	102
Gambar 7.5. Sea lamprey yang menempel pada ikan .....	103
Gambar 7.6. Terumbu karang yang awalnya mati (bleaching).....	104
Gambar 7.7. Ilustrasi rantai makanan di laut.....	106
Gambar 7.8. Ilustrasi jaring-jaring makanan di laut.....	108
Gambar 8.1. Piramida trofik dalam ekosistem laut.....	116
Gambar 8.2. Skema penyimpanan dan siklus karbon biru .....	117
Gambar 8.3. Pneumatofor (akar napas) pada mangrove .....	121
Gambar 8.4. Struktur morfologi lamun (seagrass) .....	122
Gambar 8.5. Struktur anatomi polip karang dan kerangka kapurnya..	123
Gambar 8.6. Tahapan pembentukan terumbu karang.....	124
Gambar 8.7. Skema proses upwelling di perairan pesisir .....	131
Gambar 8.8. Skema konseptual pemodelan ekosistem laut .....	135

# Bab 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Pendahuluan

Lautan Adalah badan air asin yang luas, dikelilingi sebagian atau seluruhnya oleh daratan dan saling terhubung membentuk samudera global di bumi. Laut memengaruhi iklim, siklus air, karbon, dan nitrogen serta menjadi habitat kehidupan di laut. Seperti halnya di Indonesia yang memiliki luasan perairan dengan keanekaragaman sumber daya yang tinggi.

Lautan penuh dengan organisme yang beragam, saling bergantung dalam ekosistem. Secara garis besar, dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok utama berdasarkan cara hidupnya, yakni:

1. **Plankton.** Plankton merupakan organisme kecil yang terapung di laut, pasif, dan dibawa oleh arus laut. Plankton sendiri terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan plankton tumbuhan mikro seperti diatom dan alga yang memproduksi oksigen lewat proses fotosintesis. Sedangkan zooplankton merupakan hewan kecil seperti larva ikan, copepoda, dan organisme lain yang menjadi makanan dasar dalam rantai makanan di laut.
2. **Nekton.** Nekton merupakan hewan aktif yang berenang bebas di kolom air. Contohnya Adalah ikan, cumi-cumi, gurita, paus, penyu, dan mamalia laut seperti lumba-lumba. Mereka merupakan predator atau konsumen tingkat tinggi.
3. **Bentos.** Bentos merupakan organisme yang hidup di dasar laut. Pada dasar laut organisme tersebut menempel, merayap atau menggali. Termasuk tumbuhan seperti rumput laut, hewan seperti kerrang, siput, Bintang laut, bulu babi, terumbu

karang, dan fauna dalam seperti ikan abyssal atau cacing tabung.

4. Selain itu terdapat pula mikroba (bakteri dan virus) yang vital untuk siklus nutrisi.

Di Indonesia biodiversitas ini mencapai 80% spesies global, namun spesies tersebut terancam polusi dan perubahan iklim. Biodiversitas laut di Indonesia sangat tinggi, biodiversitas tersebut terbagi atas:

1. Spesies ikan. Terdapat sekitar 4.782 spesies ikan asli yang tersebar di seluruh perairan Indonesia.
2. Terumbu karang. Ekosistem terumbu karang memiliki 300 – 500 jenis karang (terluas dan terbanyak di dunia).
3. Biota lainnya. Terdapat ratusan jenis mangrove, puluhan jenis lamun, lebih dari 2.500 spesies moluska (kerrang-kerangan) dan 1.500 spesies krustasea (kepiting, udang dan lain sebagainya).

## **1.2. Biologi**

Biologi adalah ilmu yang mempelajari kehidupan dan makhluk hidup, termasuk struktur, fungsi, pertumbuhan, evolusi, penyebaran dan taksonominya. Secara harafiah istilah "biologi" berasal dari bahasa Yunani: *bios* (hidup) dan *logos* (ilmu atau studi). Objek kajiannya meliputi segala sesuatu yang berkaitan dengan kehidupan, mulai dari mikro organisme, tumbuhan, hewan, hingga manusia. Dalam perkembangan ilmu dan teknologi, bidang kajian ilmu biologi kini mengalami perkembangan secara pesat sehingga menjadi cabang ilmu biologi besar, dan kini menjadi konsentrasi dalam ilmu pengetahuan dan kepakaran dalam dunia ilmu pengetahuan.

Beberapa percabangan ilmu biologi yang diklasifikasikan secara umum menjadi zoologi (ilmu tentang hewan) dan botani (ilmu tentang tumbuhan), namun juga mencakup studi tentang mikro organisme seperti mikrobiologi dan virologi, serta bidang lain seperti genetika, ekologi, anatomi, dan paleontologi. Cabang-cabang ini mempelajari aspek-aspek spesifik dari kehidupan, mulai dari struktur tubuh hingga

perilaku dan hubungan antar organisme. Namun dalam perkembangannya untuk spesifikasi percabangan ilmu biologi dalam kajian yang mempelajari hubungan dan perilaku antar organisme dan lingkungannya biologi Laut menjadi salah satu pecabangan ilmu pengetahuan yang cukup berkembang pesat dan kini menjadi salah satu tarket bagi dunia perikanan dan ilmu kelautan. Namun biologi laut sendiri sudah dimulai sejak zaman Yunani kuno dengan Bapak Aristoteles yang mengamati dan mengkatalogkan 180 spesies hewan laut. Studi mengenai biologi laut ini berkembang pesat selama era eksplorasi dengan tokoh seperti Kapten James Cook dan Charles Darwin yang mengumpulkan spesimen dan membuat observasi penting (Marine Life, 2025). Perkembangan selanjutnya dipelopori oleh Ekspedisi Challenger pada abad ke-19, yang membuktikan keberadaan kehidupan di laut dalam dan memicu penelitian ilmiah modern yang lebih canggih hingga saat ini.

Tabel 1.1. Perkembangan zaman kuno dan era explorasi biologi laut

<b>Zaman Kuno</b>	<b>Era Eksplorasi (abad ke-18 dan ke-19)</b>
<b>Aristoteles:</b> Disebut sebagai bapak biologi kelautan karena mengkatalogkan 180 spesies hewan laut dan memahami konsep seperti mamalia laut dan perkembangbiakan yang berbeda (ovipar dan vivipar).	<b>Kapten James Cook:</b> Melakukan pelayaran luas untuk memetakan perairan dunia dan mencatat deskripsi tumbuhan dan hewan laut.
<b>Edward Forbes:</b> Mengajukan "hipotesis azoik" pada tahun 1843, menyatakan bahwa tidak ada kehidupan yang dapat ditemukan di kedalaman laut yang sangat dalam, sebuah gagasan yang kemudian terbukti salah	<b>Charles Darwin:</b> Berperan sebagai naturalis dalam ekspedisi HMS Beagle dan mempelajari spesimen laut yang membantunya mengembangkan teori evolusi

Tabel 1.2. Era modern dan perkembangan biologi laut

<p>Era modern dan perkembangan selanjutnya</p>	<p><b>Ekspedisi Challenger (1872-1876):</b> Dipimpin oleh Charles Wyville Thomson, ekspedisi ini membuktikan salah hipotesis azoik dengan menemukan 4.717 spesies baru dan memberikan dasar bagi oseanografi modern.</p> <p><b>Pendirian institusi penelitian:</b> Stasiun penelitian permanen untuk perikanan didirikan, yang pertama di Woods Hole, Massachusetts, AS pada tahun 1885, yang kemudian menjadi <i>Marine Biological Laboratory</i>.</p> <p><b>Perkembangan teknologi:</b> Evolusi peralatan eksplorasi seperti sonar dan wahana kendali jarak jauh (ROV) telah merevolusi cara para ilmuwan mempelajari kehidupan laut.</p> <p><b>Biologi kelautan modern:</b> Saat ini, bidang ini mencakup studi tentang berbagai subdisiplin, dari skala mikro hingga skala besar, dan berperan penting dalam konservasi sumber daya laut serta pemahaman tentang dampak perubahan iklim.</p>
--	--

### 1.3. Biologi Laut

Biologi laut adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang kehidupan dan organisme di perairan laut seperti samudera, muara, dan lahan basah. Fokusnya pada adaptasi, interaksi ekosistem, distribusi, evolusi, serta dampak lingkungan terhadap biota laut mulai dari mikroskopis seperti plankton hingga paus. Biologi laut merupakan ilmu yang krusial di Indonesia karena biodiversitas di laut Indonesia yang luas.

Biodiversitas laut di Indonesia Adalah yang tertinggi di dunia, dengan kekayaan hayati yang luar biasa di wilayah 70% lautan. Data biodiversitas laut di Indonesia yakni:

1. Spesies ikan laut. Spesies ikan laut di Indonesia sekitar 4.782 spesies asli, termasuk 3.478 yang terdata hingga 2022 (Mongabay, 2020).
2. Terumbu karang. Terumbu karang di Indonesia terdapat 300 – 500 jenis yang menjadikan Indonesia sebagai pemilik terluas dan terbanyak di dunia (Alamsyah, 2024).
3. Krustasea laut. Terdapat 1.869 spesies (3.12%) seperti udang dan kepiting (Rahayu et al., 2017)
4. Cnidaria (termasuk karang dan ubur-ubur) yang terdapat sejumlah 1.159 spesies (Rahmadina dan Ananda, 2018)
5. Biota lainnya. Total hampir 8.500 biota laut, ratusan jenis mangrove, puluhan lamun, lebih dari 2.500 moluska (kerang, siput), ditambah habitat penyu (Mujiono dan Isnaningsih, 2022).

Cara mempelajari biologi laut dapat dilakukan dengan pendekatan gabungan teori, praktik, dan teknologi. Berikut garis besar Langkah garis besarnya, terutama yang relevan dengan biodiversitas lautnya yang kaya.

1. Studi lapangan dan observasi. Mempelajari biologi laut dapat dilakukan dengan melakukan studi lapangan dan observasi. Dilakukan dengan metode pengamatan, hipotesis, uji, dan analisis data.
2. Alat dan teknologi. Penggunaan instrument modern seperti drone bawah air, remote operated vehicle (ROV), sonar, atau

AI untuk mapping habitat. Di laboratorium, menggunakan Analisa DNA spesies,

3. Penelitian dan sumber belajar.

#### **1.4. Manfaat Biologi Laut**

Manfaat biologi laut sangat luas, mencakup keberlanjutan lingkungan, ketahanan pangan melalui perikanan, pengembangan ekonomi biru, serta perlindungan spesies dan ekosistem. Studi ini membantu dalam pemahaman ekosistem laut, pengelolaan sumber daya, pengembangan obat-obatan, energi terbarukan, dan pencegahan penyakit pada ikan.

Biologi laut juga bermanfaat dalam beberapa aspek seperti keberlanjutan lingkungan, dalam hal membantu dalam mengatasi masalah lingkungan seperti polusi, perubahan iklim, dan degradasi habitat. Manfaat bagi lingkungan lainnya adalah mengembangkan solusi untuk pemulihan terumbu karang menerapkan bioremediasi untuk membersihkan tumpahan minyak dengan menggunakan bakteri. Dalam hal keberlanjutan lingkungan, biologi laut merupakan suatu hal penting karena menjaga keseimbangan ekosistem laut seperti pengendalian populasi dan rantai makanan.

Mikroorganisme laut berperan dalam proses fotosintesis, yang menghasilkan oksigen dan menyerap karbondioksida. Mikroorganisme laut terutama fitoplankton berperan besar dalam fotosintesis yang menghasilkan oksigen dan mengurangi karbondioksida. Mereka menangkap energi matahari lewat pigmen klorofil untuk mengubah air dan karbondioksida menjadi glukosa, sambil melepaskan oksigen sebagai produk sampingan. Proses ini berlangsung di zona eufotik laut yang mendapat cukup Cahaya. Fitoplankton menghasilkan sekitar 50 – 80% oksigen atmosfer bumi dan menyerap banyak karbondioksida, membantu mengurangi efek gas rumah kaca. Selain itu, Ketika mikroorganisme ini mati, karbon yang mereka serap terbawa ke dasar laut, disimpan dalam sedimen, yang mendukung pengaturan iklim secara alami. Jadi mikroorganisme laut adalah kunci dalam menjaga

keseimbangan oksigen dan karbon, sangat vital untuk keberlanjutan lingkungan dan manusia.

Organisme laut membantu menjaga kestabilan terumbu karang dan habitat lain yang melindungi daratan dari erosi. Organisme laut seperti karang keras membentuk terumbu karang yang jadi pelindung alami Pantai. Terumbu ini meredam gelombang laut sehingga mengurangi erosi daratan. Organisme lain seperti lamun dan mangrove juga membantu menstabilkan sedimen dan tanah di pesisir dengan akarnya yang kuat. Selain itu, keberagaman hayati di habitat ini mendukung ekosistem yang sehat, menjaga keseimbangan lingkungan laut dan pesisir. Jadi organisme laut itu seperti perisai alami yang menjaga pantai tetap aman dari kerusakan dan erosi.

Keberadaan spesies laut yang sehat mendukung sumber daya perikanan yang berkelanjutan, karena:

1. Menjaga rantai makanan tetap seimbang, sehingga populasi ikan tidak berlebih atau punah.
2. Spesies predator dan mangsa saling mengontrol agar stok ikan tetap stabil
3. Keanekaragaman tinggi menjadikan ekosistem lebih tahan terhadap gangguan, seperti perubahan cuaca atau polusi.
4. Spesies reproduksi yang sehat menjamin regenerasi stok ikan untuk tangkapan masa depan.

Dalam bidang ketahanan pangan, upaya untuk mendukung sektor perikanan secara berkelanjutan yakni membantu dalam pengelolaan populasi ikan untuk menjaga ketersediaan dan kualitas tangkapan. Menyediakan sumber protein utama seperti ikan, kerang, dan rumput laut. Membantu menjaga ekosistem laut agar tetap sehat dan berkelanjutan. Membantu menemukan lokasi dan pengembangan budidaya ikan yang tepat sehingga menambah produksi pangan. Mengembangkan produk olahan ikan yang lebih awet dan bernilai gizi dan memberikan pemahaman tentang siklus hidup organisme laut untuk pengelolaan sumber daya yang tepat.

Bagi pengembangan ekonomi, biologi laut menjadi dasar untuk inovasi dan pembangunan ekonomi biru (*blue economy*). Biologi laut mendukung *blue economy* dengan cara:

1. **Keanekaragaman hayati sebagai sumber daya.** Organisme laut seperti terumbu karang, ikan, dan mikro alga menjadi basis untuk perikanan berkelanjutan, akuakultur, dan bioprospeking yang menciptakan nilai ekonomi hingga US\$ 280 milyar/tahun di Indonesia.
2. **Bioteknologi kelautan.** Ekstraksi senyawa bioaktif dari biota laut untuk industri obat, kosmetik, biofuel, dan nutraceutical, sambil menjaga ekosistem agar produksi efisien tanpa limbah.
3. **Konservasi dan lapangan kerja.** Menjaga habitat laut sehat lewat Kawasan konservasi (target 30% lautan Indonesia) untuk perikanan yang stabil, pariwisata, dan energi biru yang membuka 45 juta lapangan kerja hingga 2045.
4. **Pengelolaan berkelanjutan.** Pemahaman siklus hidup spesies laut dapat membantu mengurangi *over fishing* dan degradasi dan mendorong pertumbuhan ekonomi sambil melindungi lingkungan.

Dukungan biologi laut dalam bidang konservasi adalah melindungi keanekaragaman hayati dan spesies langka, dan juga membantu memahami perilaku hewan laut untuk melestarikan spesies yang terancam punah, serta mengevaluasi dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan laut. Biologi laut berperan secara krusial dalam konservasi dengan cara:

1. **Memahami keanekaragaman hayati.** Studi tentang spesies, habitat seperti terumbu karang, mangrove, dan padang lamun bantu identifikasi area prioritas konservasi, terutama di Indonesia yang memiliki 80% biodiversitas laut dunia.
2. **Melindungi ekosistem.** Pengetahuan siklus hidup organisme laut mendorong restorasi habitat, seperti pembibitan karang dan pencegahan *over fishing* untuk mencegah kepunahan spesies.

3. **Pengelolaan berbasis sains.** Data biologi laut dapat digunakan untuk membuat kebijakan seperti Taman Laut di Raja Ampat, mengurangi polusi, perubahan iklim, dan aktivitas manusia.
4. **Pendidikan dan kolaborasi.** Biologi laut mendukung penelitian, pelatihan nelayan, dan edukasi komunitas untuk menjaga keseimbangan ekosistem secara berkelanjutan.

Dalam bidang penelitian, biologi laut berperan dalam beberapa hal, antara lain:

1. **Penemuan senyawa bioaktif.** Mikroorganisme laut menjadi sumber obat anti kanker, antivirus, dan biofuel melalui bioprospecting seperti ekstraksi dari spons laut untuk bioteknologi ramah lingkungan.
2. **Inovasi teknologi.** Eksplorasi laut menggunakan peralatan canggih dapat mengungkapkan ventilasi hidrotermal dan indikator kualitas air dan kontribusi *citizen science* untuk data lapangan.

Dalam bidang kesehatan, peranan biologi laut adalah menemukan potensi obat-obatan dari organisme laut dan mengembangkan strategi pencegahan penyakit pada ikan. Peranan tersebut secara garis besar antara lain:

1. **Sumber obat baru.** Organisme laut seperti sponge, rumput laut, dan mikroorganisme menyediakan senyawa bioaktif untuk obat anti kanker, anti virus, dan anti inflamasi.
2. **Nutrisi dan makanan sehat.** Biota laut kaya protein, vitamin, dan mineral dari ikan, kerang, serta rumput laut. Biota laut tersebut mendukung kekebalan tubuh, mencegah diabetes, dan mengurangi resiko penyakit jantung.
3. **Indikator kesehatan lingkungan.** Studi tentang plankton laut mengungkapkan polusi kimia yang mempengaruhi kesehatan manusia, seperti resiko asma atau demensia. Selain itu, memantau dan mencegah penyakit.

4. **Bioprospekting berkelanjutan.** Lebih dari 30% obat modern berasal dari senyawa biota laut, Dimana memiliki potensi besar dari sekitar 200 spesies laut yang dapat digunakan untuk keperluan terapi.

Peranan biologi laut selanjutnya adalah peranan dalam bidang bioteknologi. Dalam bidang bioteknologi, secara krusial peranan biologi laut antara lain:

1. **Pemanfaatan senyawa bioaktif.** Organisme laut seperti sponge, mikroba, dan rumput laut menjadi sumber enzim, protein, dan metabolit untuk obat kanker, bahan kosmetik, biofuel, serta nutraceutical. Contohnya, riset di Indonesia yang mengekstrak enzim bakteri laut untuk bioremediasi dan produk kecantikan senilai miliaran USD.
2. **Rekayasa genetik.** Modifikasi genetik udang, ikan, dan moluska untuk produksi benih unggul di bidang akuakultur dan meningkatkan hasil panen secara berkelanjutan tanpa adanya *over fishing*.
3. **Konservasi dan restorasi.** Bioteknologi membantu desain terumbu karang bionik yang menggunakan CRISPR untuk adaptasi iklim, bioremediasi polusi, dan pemantauan ekosistem laut.
4. **Inovasi industri.** Mendorong ekonomi biru lewat bioprospecting, menciptakan lapangan kerja dan produksi ramah lingkungan terutama di Indonesia sebagai negara maritim terbesar.

Saat ini biologi laut menjadi solusi global untuk pelestarian dan inovasi. Biologi laut memiliki peranan penting dan cara yang dilakukan untuk menjadi solusi global tersebut adalah:

1. **Pelestarian ekosistem.** Dalam hal ini pemahaman tentang siklus hidup spesies laut dapat membantu restorasi habitat seperti terumbu karang (degradasi mencapai 50% akibat

perubahan cuaca) dan dapat mencegah kepunahan terumbu karang, menjaga oksigen dunia dari fitoplankton.

2. **Adaptasi perubahan iklim.** Dalam hal ini studi tentang asidifikasi dan pemanasan laut yang menggunakan AI dan genomic (CRISPR) dapat membantu mengembangkan spesies yang tahan terhadap perubahan cuaca, dapat memantau karbon biru dari mangrove untuk mengurangi emisi global.
3. **Kolaborasi global.** Riset-riset yang dilakukan mengarah kepada keberlanjutan perikanan dan penangkapan ikan berlebih (*over fishing*)