

Editor:
dr. Donna Novina Kahanjak, M.Biomed.



BIOMEDIK LAUT

Tim Penulis:

Safrida, Dylan Tamalsir, Shofia Nur Inayah, Juen Carla Warella, Presli Glovrig Siahaya,
Francisca Diana Alexandra, Yustitio Nora Veronica, Marice Marta Toamain,
Shintasari Rachmawati, Debby D. Moniharapon, Adrien Jems Akiles Unity,
Julia Putiray, Theopilus Wilhelmus Watuguly, Marliyati Sanaky

BIOMEDIK LAUT

Tim Penulis:

**Safrida, Dylan Tamalsir, Shofia Nur Inayah, Juen Carla Warella, Presli Glovrig Siahaya,
Francisca Diana Alexandra, Yustitio Nora Veronica, Marice Marta Toamain,
Shintasari Rachmawati, Debby D. Moniharapon, Adrien Jems Akiles Unitly,
Julia Putiray, Theopilus Wilhelmus Watuguly, Marliyati Sanaky**

BIOMEDIK LAUT

Tim Penulis:

**Safrida, Dylan Tamalsir, Shofia Nur Inayah, Juen Carla Warella, Presli Glovrig Siahaya,
Francisca Diana Alexandra, Yustitio Nora Veronica, Marice Marta Toamain,
Shintasari Rachmawati, Debby D. Moniharapon, Adrien Jems Akiles Unitly,
Julia Putiray, Theopilus Wilhelmus Watuguly, Marliyati Sanaky**

Desain Cover:

Andi Juliandi

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

dr. Donna Novina Kahanjak, M.Biomed.

ISBN:

978-634-246-449-6

Cetakan Pertama:

November, 2025

**Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama**

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ini, yang berjudul **“Biomedik Laut”**, dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bentuk kontribusi ilmiah untuk memperkaya literatur biomedis nasional, khususnya dalam bidang yang mengkaji keterkaitan antara kekayaan biodiversitas laut dengan pengembangan ilmu kedokteran dan bioteknologi modern. Kajian ini merepresentasikan perspektif multidisipliner yang menggabungkan biologi kelautan, biokimia, farmakologi, dan biomolekuler dalam kerangka ilmu biomedik yang berorientasi pada keberlanjutan.

Sebagai negara kepulauan dengan keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi, Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan riset biomedik yang berbasis sumber daya laut. Buku ini hadir untuk menegaskan bahwa laut tidak hanya berfungsi sebagai ekosistem ekologis, tetapi juga sebagai sumber molekul terapeutik, biomaterial, dan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan untuk kesehatan manusia. Melalui pendekatan ilmiah dan analisis komprehensif, buku ini menguraikan berbagai konsep, hasil penelitian, serta prospek penerapan biomedik laut dalam bidang farmasi, kedokteran regeneratif, dan terapi berbasis alam.

Selain menyajikan landasan konseptual dan historis, buku ini juga menekankan pentingnya paradigma riset yang etis dan berkelanjutan. Pemanfaatan sumber daya laut dalam konteks biomedis harus senantiasa mempertimbangkan keseimbangan ekologis, konservasi, dan tanggung jawab ilmiah terhadap keberlangsungan ekosistem laut. Oleh karena itu, karya ini tidak hanya menyoroti aspek ilmiah, tetapi juga mengedepankan nilai moral dan filosofis yang menyertai pengembangan sains di wilayah maritim.

Penulis menyadari bahwa penyusunan buku ini tidak terlepas dari tantangan ilmiah dan kompleksitas bidang kajian yang baru berkembang. Namun demikian, diharapkan buku ini dapat menjadi rujukan akademik yang bernilai bagi mahasiswa, peneliti, dan praktisi yang menaruh minat pada ilmu biomedik kelautan. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi positif dalam mendorong kemajuan ilmu pengetahuan dan memperkuat fondasi penelitian biomedik yang berbasis pada kekayaan hayati laut Indonesia.

Banda Aceh, November 2025

Dr. Safrida, S.Pd., M.Si.
Ketua Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 SEJARAH DAN PERKEMBANGAN BIOMEDIK LAUT	1
A. Sejarah Biomedik Laut	2
B. Pendekatan Holistik: Perkembangan Biomedik Laut	3
C. Makna Penting Mempelajari Sejarah dan Perkembangan Biomedik Laut	5
D. Penelitian yang Relevan dengan Sejarah dan Perkembangan Biomedik Laut	6
BAB 2 SUMBER DAYA LAUT DALAM DUNIA KESEHATAN.....	11
A. Keanekaragaman Hayati Laut	12
B. Laut sebagai Reservoir Senyawa Bioaktif	13
C. Biomaterial Laut untuk Medis dan Bioteknologi.....	17
D. Ekosistem Laut sebagai Bank Molekul Terapeutik.....	20
E. Peran Laut dalam Dunia Kesehatan	22
BAB 3 SENYAWA BIOAKTIF LAUT	27
A. Senyawa Bioaktif Laut	28
B. Mekanisme Kerja dan Aktivitas Biologis Senyawa Bioaktif Laut	36
BAB 4 METODE EKSPLORASI DAN ISOLASI SENYAWA LAUT	43
A. Strategi Eksplorasi Biota Laut.....	44
B. Metode Koleksi dan Sampling.....	49
C. Ekstraksi dari Senyawa dari Biota Laut	52
BAB 5 FARMAKOLOGI DAN SENYAWA LAUT	55
A. Klasifikasi Farmakologi Laut	56
B. Senyawa Bioaktif Laut	56
C. Golongan Senyawa Bioaktif Laut Berdasarkan Aksi Farmakologi	62
BAB 6 APLIKASI SENYAWA LAUT DALAM TERAPI PENYAKIT.....	67
A. Jenis Penyakit yang Telah Diteliti dan Berpotensi Diterapi dengan Senyawa Laut	67
B. Mekanisme Aksi Senyawa Laut terhadap Sel dan Jaringan.....	69
C. Studi Klinis dan Uji Praklinis Aplikasi Terapeutik Senyawa Laut	71

D. Contoh Kasus Keberhasilan: Cytarabine dari Spons Laut untuk Leukemia	75
E. Keterbatasan dan Potensi Efek Samping.....	77
BAB 7 BIOTEKNOLOGI KELAUTAN UNTUK KESEHATAN.....	79
A. Definisi Bioteknologi Kelautan	82
B. Peran Penting Biodiversitas Laut dalam Kesehatan.....	84
C. Urgensi Pengembangan Bioteknologi Kelautan di Era Modern	86
BAB 8 NUTRISI LAUT DAN KESEHATAN MANUSIA.....	89
A. Sumber Nutrisi Laut dan Komponen Bioaktifnya	89
B. Peran Nutrisi Laut terhadap Kesehatan Manusia.....	91
C. Prospek Pemanfaatan Nutrisi Laut dalam Pengembangan Produk Kesehatan dan Terapi.....	94
BAB 9 PRODUK KESEHATAN DAN KOSMETIK BERBASIS LAUT	97
A. Produk Kesehatan Berbasis Laut.....	97
B. Produk Kosmetik Berbasis Laut	105
BAB 10 STUDI KASUS: OBAT-OBAT ASAL LAUT YANG TELAH DISETUIJUI.....	109
A. Obat Antikanker Berbasis Sumber Daya Laut.....	109
B. Obat Antivirus dan Analgesik dari Laut.....	111
C. Pengembangan Produk Laut sebagai Kandidat Terapi Baru.....	114
BAB 11 BIOETIKA DALAM EKSPLORASI SENYAWA BIOAKTIF LAUT	117
A. Prinsip-Prinsip Bioetika dalam Eksplorasi Laut	117
B. Isu Etis dalam Pengambilan dan Pemanfaatan Organisme Laut	120
C. Keadilan, Kepemilikan, dan Pembagian Manfaat Bioprospeksi Laut ...	122
BAB 12 REGULASI BIOMEDIK LAUT	125
A. Kerangka Regulasi Internasional dalam Riset dan Penggunaan Sumber Daya Biomedik Laut	125
B. Regulasi Nasional Indonesia Tentang Eksplorasi dan Pemanfaatan Biomedik Laut	128
C. Harmonisasi dan Tantangan Regulasi Biomedik Laut di Era Globalisasi	131

BAB 13 TANTANGAN DAN PELUANG BIOMEDIK LAUT	
DI INDONESIA	135
A. Tantangan Pengembangan Biomedik Laut di Indonesia	135
B. Peluang Strategis Pengembangan Biomedik Laut di Indonesia	138
C. Sinergi Kebijakan, Riset, dan Industri dalam Penguatan Ekosistem Biomedik Laut	140
BAB 14 MASA DEPAN BIOMEDIK LAUT	143
A. Masa Depan Biomedik Laut dalam Kedokteran	143
B. Teknologi Bioprospeksi dan Pengembangan Obat Laut	147
C. <i>Nanomedicine</i> dan <i>Drug Delivery System</i> dari Organisme Laut.....	149
D. Perspektif Masa Depan	150
DAFTAR PUSTAKA	153
PROFIL PENULIS.....	190



SEJARAH DAN PERKEMBANGAN BIOMEDIK LAUT

Biomedik laut merupakan cabang ilmu biomedik yang mengkaji pemanfaatan sumber daya laut dan organisme laut untuk kebutuhan kesehatan, pengobatan, dan pengembangan obat. Laut merupakan ekosistem yang kaya akan biodiversitas unik yang belum sepenuhnya dieksplorasi untuk tujuan biomedis. Kajian ini juga membahas sejarah penemuan dan perkembangan ilmu biomedik laut dari masa ke masa, pendekatan riset, hingga aplikasi nyata di bidang kesehatan dan farmasi.

Biomedik laut merupakan bidang penting dalam oseanologi dan ekosistem biologi, dan telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan bioteknologi dan pemahaman yang semakin mendalam tentang kehidupan laut. Dalam perspektif ini, konsep yang lebih terperinci tentang biomedik laut klinis, dengan misi yang jelas untuk mengembangkan disiplin ilmu baru yang menghubungkan biomedik laut dengan praktik klinis. Penelitian terhadap sumber-sumber asal laut harus ditekankan, dengan fokus kuat pada identifikasi, validasi, dan pengembangan diagnostik spesifik penyakit manusia serta farmasi yang berorientasi pada target. Perspektif ini menyoroti beberapa komponen kritis, termasuk evolusi dan perkembangan manusia yang berorientasi laut, model berbasis laut yang dihumanisasi, inovasi dan validasi biomarker, mikrobioma laut dan metabolit, serta nutrisi dan terapi yang berorientasi pada target. Biomedik laut klinis akan



SUMBER DAYA LAUT DALAM DUNIA KESEHATAN

Laut merupakan salah satu sumber daya biologis terbesar di bumi yang hingga kini masih menyimpan banyak potensi belum tergali, terutama dalam bidang kesehatan. Keanekaragaman hayati yang terbentuk dari adaptasi terhadap kondisi ekstrem, seperti tekanan tinggi, salinitas, dan keterbatasan cahaya, menjadikan organisme laut menghasilkan senyawa dan biomaterial dengan sifat unik. Kompleksitas ekosistem laut ini tidak hanya memiliki nilai ekologis, tetapi juga biomedis, karena menyajikan peluang besar untuk penemuan molekul baru yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan obat, terapi, maupun inovasi kesehatan lainnya.

Dalam konteks biomedik, laut dapat dilihat sebagai reservoir alami senyawa bioaktif dan biomaterial bernilai tinggi. Metabolit sekunder yang diproduksi oleh organisme laut telah terbukti memiliki aktivitas antikanker, antivirus, antimikroba, hingga imunomodulator. Selain itu, biopolimer seperti kitosan dan kolagen laut menunjukkan potensi luas dalam aplikasi medis dan bioteknologi. Ekosistem laut, dengan segala keragaman dan dinamikanya, dapat dipandang sebagai bank molekul terapeutik yang relevan bagi dunia farmasi dan kesehatan modern. Bab ini akan membahas kekayaan hayati laut, perannya sebagai sumber senyawa bioaktif dan biomaterial, serta kontribusinya dalam memperkuat bidang biomedik.



SENYAWA BIOAKTIF LAUT

Organisme laut, termasuk berbagai spesies ganggang, spons, karang, moluska, dan bahkan beberapa mikroorganisme, telah ditemukan menghasilkan berbagai senyawa bioaktif dengan aplikasi farmasi, medis, dan bioteknologi potensial. Lautan adalah rumah bagi beragam organisme, termasuk spons, karang, ganggang, moluska, dan banyak lainnya. Masing-masing spesies ini mungkin memiliki senyawa bioaktif yang unik. Para peneliti sering memulai ekspedisi untuk mengumpulkan sampel dari habitat laut yang berbeda, termasuk lingkungan laut dalam, terumbu karang, dan daerah pesisir (Oberry 2023).

Beberapa tahun terakhir telah menyaksikan percepatan penting dalam studi senyawa bioaktif yang berasal dari organisme laut, dengan tujuan mengembangkan suplemen makanan baru dan agen farmasi. Tanaman laut merupakan sumber senyawa bioaktif yang kurang dieksplorasi namun sangat menjanjikan dengan potensi signifikan untuk aplikasi medis. Metabolit sekunder mereka yang beragam, termasuk polifenol dan flavonoid, dan beberapa metabolit primer, seperti polisakarida, menunjukkan berbagai aktivitas biologis seperti sifat antioksidan, antibakteri, anti-inflamasi, dan antikanker. Senyawa ini telah menunjukkan potensi dalam mengatasi tantangan kesehatan utama, termasuk kanker, penyakit menular, dan gangguan metabolisme, menyoroti nilai terapeutiknya (Ribas-Taberner *et al.* 2025).

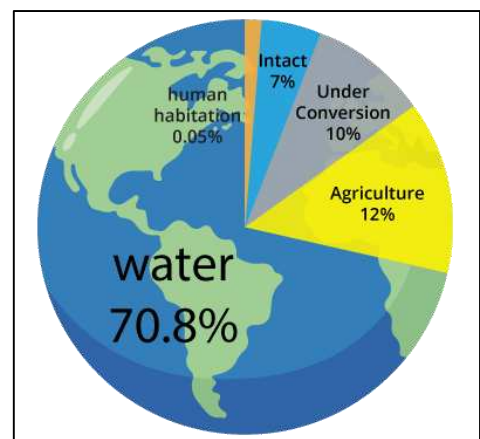
BAB

4

METODE EKSPLORASI DAN ISOLASI SENYAWA LAUT

Laut merupakan wilayah yang menutupi 70,8% permukaan bumi dan 97% komposisi bumi terdiri atas air yaitu sebanyak 97%. Luasnya wilayah laut menyimpan kekayaan dan keanekaragaman hayati yang melimpah. Terdapat sekitar 242.000 spesies laut yang telah dideskripsikan dalam *World Register of Marine Species* (WoRMS). Para peneliti memperkirakan bahwa jumlah yang jauh lebih besar, kemungkinan antara 1 hingga 2 juta, masih belum ditemukan. Spesies laut baru ditemukan dengan laju sekitar 2.332 per tahun (Bouchet *et al.*, 2023). Keanekaragaman ini mencakup berbagai struktur kimia dan kandungan metabolit yang dimiliki oleh organisme laut sebagai respon terhadap kondisi lingkungan yang sangat kompetitif dan ekstrim.

Selama jutaan tahun, organisme laut telah mengalami evolusi yang disebabkan karena tingginya tekanan hidrostatik dan osmotik, perubahan suhu, salinitas, dan kompetisi untuk mendapatkan ruang dan nutrisi. Hal ini menyebabkan organisme laut mengembangkan mekanisme pertahanan kimia yang khas yang dikenal sebagai metabolit sekunder. Senyawa metabolit



Gambar 4.1 Komposisi Laut di



FARMAKOLOGI DAN SENYAWA LAUT

Laut yang meliputi lebih dari dua pertiga permukaan bumi, merupakan ekosistem yang kaya dengan keanekaragaman hayati. Berbagai organisme laut, mulai dari mikroorganisme, alga, spons, hingga hewan invertebrata kompleks, telah berevolusi dengan sistem pertahanan kimiawi yang unik. Kondisi lingkungan laut yang ekstrem seperti tekanan tinggi, variasi salinitas, cahaya terbatas, serta interaksi *predator-prey* yang kompleks memaksa organisme laut untuk menghasilkan metabolit sekunder sebagai bagian dari strategi adaptasi. Senyawa-senyawa tersebut dikenal sebagai senyawa bioaktif laut (*marine natural products*), yang kini banyak diteliti karena potensinya dalam bidang farmakologi dan pengembangan obat baru.¹

Kemajuan penelitian farmakologi modern menunjukkan bahwa laut merupakan gudang senyawa bioaktif yang luar biasa. Senyawa ini meliputi terpenoid, alkaloid, poliketida, peptida, dan metabolit fenolik, yang menunjukkan berbagai aktivitas biologis penting. Dari perspektif farmakologi, senyawa laut tidak hanya menjanjikan untuk terapi penyakit menular seperti HIV, hepatitis, malaria, dan tuberkulosis, tetapi juga untuk penyakit tidak menular seperti kanker, diabetes, gangguan kardiovaskular, inflamasi kronis, serta penyakit neurodegeneratif. Oleh karena itu, eksplorasi potensi farmakologis senyawa laut menjadi salah satu bidang riset yang strategis. Bab ini akan membahas secara sistematis berbagai senyawa bioaktif yang diisolasi dari organisme laut, meliputi karang lunak, spons, alga, serta hewan laut lain.



APLIKASI SENYAWA LAUT DALAM TERAPI PENYAKIT

A. JENIS PENYAKIT YANG TELAH DITELITI DAN BERPOTENSI DITERAPI DENGAN SENYAWA LAUT

Eksplorasi senyawa laut sebagai agen terapeutik telah menjadi fokus utama dalam biomedik modern karena keunikan struktur dan aktivitas biologis yang dihasilkan oleh organisme laut. Metabolit sekunder laut, yang tidak ditemukan pada organisme darat, memberikan sumber penting dalam pencarian senyawa bioaktif baru. Seiring kemajuan teknologi, semakin banyak bukti ilmiah yang mendukung efektivitas senyawa laut dalam mengatasi berbagai penyakit kompleks, termasuk gangguan neurodegeneratif, kanker, penyakit kardiovaskular, inflamasi kronis, serta infeksi mikroorganisme resisten. Senyawa ini menunjukkan kemampuan menargetkan jalur molekuler spesifik, berinteraksi dengan sistem seluler secara selektif, dan menghasilkan efek terapeutik dengan toksisitas minimal, membuka peluang besar dalam pengembangan obat yang lebih presisi dan personal.

Salah satu fokus utama riset adalah penggunaan senyawa laut dalam terapi penyakit neurodegeneratif seperti Alzheimer dan Parkinson. Penyakit ini ditandai oleh kematian sel saraf dan disfungsi mitokondria. Senyawa laut seperti bryostatin dan asam lemak omega-3 memiliki efek neuroprotektif yang signifikan dengan menurunkan stres oksidatif dan meningkatkan kelangsungan hidup neuron. Bryostatin mengaktivasi jalur protein kinase C yang penting



BIOTEKNOLOGI KELAUTAN UNTUK KESEHATAN

Bioteknologi kelautan merupakan disiplin ilmu yang berkembang pesat dan memiliki kontribusi signifikan dalam menjawab berbagai tantangan kesehatan global. Lautan yang menutupi lebih dari 70% permukaan bumi, tidak hanya berfungsi sebagai sumber pangan, energi, dan jalur transportasi, tetapi juga menyimpan keanekaragaman hayati yang sangat kaya. Potensi *biodiversitas* laut ini dapat dimanfaatkan dalam pengembangan obat-obatan, terapi inovatif, serta berbagai produk kesehatan [UNESCO, 2021]. Hingga kini, sekitar 250.000 spesies laut telah berhasil diidentifikasi, meskipun jumlah total spesies diperkirakan mencapai lebih dari 2 juta. Namun, kurang dari 1% di antaranya yang telah dimanfaatkan melalui pendekatan *bioteknologi* untuk kepentingan kesehatan, sehingga menunjukkan adanya ruang riset yang masih terbuka luas.

Secara global, industri bioteknologi kelautan yang berfokus pada sektor kesehatan menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Laporan *Global Marine Biotechnology Market Report* (2024) memperkirakan bahwa nilai pasar bioteknologi kelautan akan melampaui USD 8,5 miliar pada tahun 2030, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sekitar 7,1%. Aplikasi utama dalam bidang ini mencakup penemuan senyawa bioaktif untuk pengembangan obat antikanker, formulasi antibiotik baru sebagai solusi terhadap resistensi antimikroba, serta penciptaan produk nutrasetikal dan vaksin berbasis organisme laut. Beberapa produk farmasi yang telah berhasil dikembangkan antara lain *ziconotide*, yaitu



NUTRISI LAUT DAN KESEHATAN MANUSIA

A. SUMBER NUTRISI LAUT DAN KOMPONEN BIOAKTIFNYA

Laut merupakan ekosistem terbesar di planet bumi dan menyimpan keanekaragaman hayati yang luar biasa, termasuk berbagai organisme dengan potensi biomedis dan nutrisi tinggi. Beragam organisme laut seperti ikan, alga (mikroalga dan makroalga), krustasea, moluska, dan invertebrata laut merupakan sumber utama senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan dan nutrisi manusia. Sumber daya laut tidak hanya menyediakan protein berkualitas tinggi dan lemak esensial, tetapi juga kaya akan polisakarida kompleks, vitamin, mineral, pigmen alami, serta senyawa bioaktif unik yang tidak ditemukan pada organisme darat (Erniati, 2020; Kim *et al.*, 2023).

Secara umum, ikan dan biota laut lainnya merupakan sumber asam lemak tak jenuh ganda rantai panjang, terutama eikosapentaenoat (EPA) dan dokosaheksaenoat (DHA). Kedua asam lemak ini memiliki fungsi fisiologis penting dalam menjaga integritas membran sel, mendukung perkembangan otak, dan menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Kandungan omega-3 dari minyak ikan atau mikroalga laut juga berperan dalam modulasi respon inflamasi serta fungsi imun tubuh, menjadikannya komponen penting dalam pencegahan penyakit metabolik (Kadam *et al.*, 2015). Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa sumber minyak ikan laut tropis memiliki profil asam



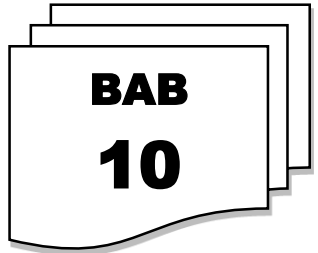
PRODUK KESEHATAN DAN KOSMETIK BERBASIS LAUT

A. PRODUK KESEHATAN BERBASIS LAUT

Produk kesehatan berbasis laut adalah produk yang berasal dari sumber daya laut seperti ikan, rumput laut, mikroalga, kerang, teripang dan biota laut lainnya. Produk ini kaya akan nutrisi, mineral dan senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan. Di dasar laut dapat dijumpai pangkalan yang dangkal, terumbu karang, lereng yang curam dan yang landai, gunung api bawah laut, palung laut dalam, basin atau pasu yang terkurung dan sebagainya.

Berbagai bahan kimia yang terkandung dalam tubuh biota laut dapat diekstraksikan untuk dijadikan bahan baku bagi berbagai jenis obat dan kosmetik (Irianto, Koes, 2005). Laut merupakan lebih dari 70% dari luas permukaan bumi. Luas laut di belahan bumi selatan lebih besar daripada di belahan bumi utara. Air laut terdiri dari 5 unsur utama yaitu NaCl, MgCl₂, Na₂SO₄, CaCl dan KCl. Natrium klorida (NaCl) merupakan kadar garam yang terbanyak yaitu 23%. Komponen komunitas pada ekosistem laut dapat dibedakan atas:

- Produsen terdiri atas fitoplankton dan ganggang (alga).
- Konsumen terdiri atas hewan dari berbagai filum dari yang terendah sampai golongan mamalia.
- Zooplankton baik berupa plankton sementara maupun plankton permanen seperti protozoa, cacing kecil dan ubur-ubur kecil.



BAB 10

STUDI KASUS: OBAT-OBAT ASAL LAUT YANG TELAH DISETUJUI

A. OBAT ANTIKANKER BERBASIS SUMBER DAYA LAUT

Laut merupakan sumber keanekaragaman hayati yang sangat luas dan telah diakui sebagai ladang bioprospeksi yang kaya akan senyawa bioaktif dengan potensi farmakologis tinggi. Dalam konteks biomedis modern, penelitian terhadap metabolit sekunder organisme laut telah menghasilkan berbagai senyawa dengan aktivitas antikanker yang kuat, beberapa di antaranya telah disetujui secara klinis oleh lembaga pengawas obat dunia seperti *Food and Drug Administration* (FDA) dan *European Medicines Agency* (EMA). Penemuan ini menandai era baru dalam pengembangan terapi kanker berbasis sumber daya laut, yang memanfaatkan peptida, alkaloid, dan makromolekul unik yang tidak ditemukan di lingkungan darat (Haefner, 2003; Martins *et al.*, 2020).

1. Laut sebagai Sumber Molekul Antikanker Baru

Senyawa antikanker laut memiliki keunikan struktural dan mekanisme aksi yang berbeda dibandingkan obat sintesis konvensional. Spons laut, tunikat, dan moluska merupakan tiga kelompok organisme laut yang paling banyak menghasilkan metabolit dengan aktivitas antitumor (Mayer *et al.*, 2021). Beberapa senyawa aktif seperti Trabectedin, Eribulin mesylate, dan Brentuximab vedotin telah menjadi representasi nyata dari keberhasilan translasi riset laut ke klinik. Senyawa-senyawa tersebut bekerja dengan menargetkan jalur seluler

BIOETIKA DALAM EKSPLORASI SENYAWA BIOAKTIF LAUT

A. PRINSIP-PRINSIP BIOETIKA DALAM EKSPLORASI LAUT

Eksplorasi senyawa bioaktif laut atau bioprospeksi laut merupakan salah satu bidang ilmiah paling dinamis dalam bioteknologi modern, karena potensinya untuk menemukan molekul baru dengan aktivitas biologis tinggi yang dapat dikembangkan menjadi obat, enzim, atau bahan bioindustri. Namun, di balik potensi tersebut, muncul berbagai pertanyaan moral dan filosofis yang menuntut pemahaman mendalam tentang bioetika yakni cabang etika yang mempelajari implikasi moral dari kegiatan biologi dan bioteknologi terhadap manusia, makhluk hidup lain, dan lingkungan (PMC, 2017). Dalam konteks eksplorasi laut, prinsip-prinsip bioetika tidak hanya menjadi pedoman moral bagi ilmuwan, tetapi juga menjadi landasan bagi kebijakan dan regulasi yang memastikan riset berjalan secara adil, berkelanjutan, dan bertanggung jawab terhadap seluruh pihak yang terlibat.

Empat prinsip utama bioetika *beneficence* (berbuat baik), *non-maleficence* (tidak merugikan), *autonomy* (kemandirian), dan *justice* (keadilan) menjadi fondasi dalam seluruh kegiatan bioprospeksi laut (Beauchamp & Childress, 2019). Penerapan prinsip ini membantu menyeimbangkan antara kemajuan ilmu pengetahuan dan perlindungan terhadap keanekaragaman hayati serta kepentingan masyarakat lokal.



BAB 12

REGULASI BIOMEDIK LAUT

A. KERANGKA REGULASI INTERNASIONAL DALAM RISET DAN PENGGUNAAN SUMBER DAYA BIOMEDIK LAUT

Eksplorasi dan pemanfaatan sumber daya biomedik laut (*marine biomedical resources*) merupakan aktivitas multidisipliner yang melibatkan aspek ilmiah, ekonomi, etika, dan hukum. Dalam konteks global, kerangka regulasi internasional berperan penting untuk memastikan bahwa kegiatan riset biomedik laut dilaksanakan secara berkelanjutan, etis, serta menjamin keadilan antarnegara. Tiga pilar hukum utama yang membentuk fondasi pengaturan internasional terhadap sumber daya biomedik laut adalah *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS), *Convention on Biological Diversity* (CBD), dan Protokol Nagoya. Ketiganya berinteraksi secara sinergis dalam menetapkan prinsip yurisdiksi, akses, dan pembagian manfaat (*Access and Benefit Sharing*/ABS) dari sumber daya genetik kelautan (*Marine Genetic Resources*/MGR).

1. Hubungan UNCLOS, CBD, dan Protokol Nagoya dalam Regulasi Biomedik Laut

UNCLOS (1982) menjadi kerangka hukum dasar yang mengatur yurisdiksi, kedaulatan negara pantai, dan kegiatan Riset Ilmiah Kelautan (*Marine Scientific Research*/MSR) di berbagai zona laut, termasuk laut lepas (Coastal Wiki, 2024). Sementara itu, CBD (1992) memperluas fokus pengaturan dengan menegaskan tiga tujuan utama, yaitu konservasi keanekaragaman hayati, pemanfaatan

TANTANGAN DAN PELUANG BIOMEDIK LAUT DI INDONESIA

A. TANTANGAN PENGEMBANGAN BIOMEDIK LAUT DI INDONESIA

Pengembangan biomedik laut di Indonesia memiliki potensi strategis yang besar mengingat posisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan dengan kekayaan biodiversitas laut yang melimpah. Namun demikian, realisasi potensi tersebut masih menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, baik dari aspek struktural, kelembagaan, hukum, maupun etika ilmiah. Tantangan-tantangan tersebut tidak hanya berkaitan dengan kemampuan riset dan teknologi, tetapi juga dengan kesiapan regulasi nasional, perlindungan pengetahuan tradisional, serta paradigma pembangunan nasional yang belum sepenuhnya berorientasi pada kemaritiman.

1. Hambatan Struktural dan Keterbatasan Sumber Daya Manusia

Salah satu hambatan utama dalam pengembangan biomedik laut di Indonesia terletak pada lemahnya struktur pendukung riset dan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia (SDM). Menurut Tumbelaka dan Rondonuwu (2024), hambatan struktural di sektor kelautan meliputi keterbatasan infrastruktur pascapanen, minimnya teknologi pengolahan, dan lemahnya koordinasi antar-pemangku kepentingan. Hal ini mencerminkan kondisi serupa di sektor biomedik laut, di mana aktivitas penelitian lanjutan seperti isolasi, karakterisasi, dan uji bioaktivitas senyawa laut masih sangat terbatas.

MASA DEPAN BIOMEDIK LAUT

A. MASA DEPAN BIOMEDIK LAUT DALAM KEDOKTERAN

1. Potensi Terapeutik Organisme Laut

Organisme laut telah lama dikenal sebagai sumber senyawa bioaktif yang memiliki potensi terapeutik tinggi. Keanekaragaman hayati laut yang mencapai lebih dari 250.000 spesies yang telah teridentifikasi, dan diperkirakan jutaan spesies lainnya yang belum ditemukan, menjadikan lautan sebagai reservoir farmakologi yang sangat besar (Gerwick & Moore, 2012). Adaptasi unik organisme laut terhadap kondisi ekstrem telah menghasilkan metabolit sekunder dengan struktur kimia yang kompleks dan aktivitas biologis yang kuat.

Menurut Blunt *et al.* (2023), pada tahun 2022 saja telah dilaporkan 1.068 senyawa baru dari sumber laut, dengan mayoritas berasal dari mikroorganisme laut (37%), spons (25%), dan karang lunak (8%). Senyawa-senyawa ini menunjukkan aktivitas farmakologi yang beragam, termasuk sitotoksik, antimikroba, antiinflamasi, dan imunomodulator. *Trend* penemuan senyawa baru dari laut menunjukkan peningkatan konsisten dalam dua dekade terakhir, didorong oleh kemajuan teknologi eksplorasi dan isolasi (Carroll *et al.*, 2021).

- Spons Laut sebagai Sumber Senyawa Antikanker

Spons laut (*Porifera*) merupakan sumber utama senyawa bioaktif dengan aplikasi antikanker. Lebih dari 8.000 senyawa telah diisolasi dari spons, dengan beberapa di antaranya telah memasuki uji klinis atau bahkan disetujui untuk

DAFTAR PUSTAKA

- Activities A, *Systems N. Marine pharmacology*. 2000;42(2):62-69.
- Ahmad, M., Tahir, M., Hong, Z., Zia, M. A., Rafeeq, H., Ahmad, M. S., Rehman, S., & Sun, J. (2025). Plant and Marine-Derived Natural Products: Sustainable Pathways for Future *Drug* Discovery and Therapeutic Development. *Frontiers in Pharmacology*, 15.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1497668>
- Ahmad, V. U., Ali, Z., & Hussain, J. (2025). *Marine natural products in drug discovery*. Springer.
- Akram, W., Rihan, M., Ahmed, S., Arora, S., Ahmad, S., & Vashishth, R. (2023). Marine-Derived Compounds Applied in Cardiovascular Diseases: Submerged Medicinal Industry. *Marine Drugs*, 21(3), 193.
<https://doi.org/10.3390/md21030193>
- Alabssawy, A. N., & Hashem, A. (2024). Marine microbes in bioremediation: Recent advances and future prospects. *Marine Pollution Bulletin*, 197, 115–124.
- Al-Hussaniy, H. A., Mahan, S. J., Redha, Z. M., AlSaeedi, A. H., Almukram, A. M. A., Oraibi, A. I., Abdalrahman, M. A., Jabbar, A., Alani, A. F. Y., Hamed, H. E., & Jawad, M. A. (2025). Marine-Derived Bioactive Molecules as Modulators of Immune Pathways: A Molecular Insight Into Pharmacological Potential. *Pharmacia*, 72, 1–10.
<https://doi.org/10.3897/pharmacia.72.e141923>
- Ali, S., Ali, H., Baharanchi, O. G., Sher, H., & Yousefpour, R. (2024). Investigating Endemic Species Conservation Hotspots Based on Species Distribution Models in Swat Region, Hindu Kush Pakistan. *Land*, 13(6).
<https://doi.org/10.3390/land13060737>
- Ali-Seyed, M., & Siddiqua, A. (2021). Marine-derived compounds in *drug* discovery: Potential and prospects. *Marine Drugs*, 19(8), 412.
- Allouache, H., Bensmail, S., & Bouhadda, Y. (2021). Marine algae as a sustainable source of biofuels. *Renewable Energy*, 179, 128–139.

- Althagbi, H. I., Alarif, W. M., Alfooty, K., & Abdel-Lateff, A. (2020). Marine-Derived Macrocyclic Alkaloids (MDMAs): Chemical and Biological Diversity. *Marine Drugs*, 18(7), 368. <https://doi.org/10.3390/md18070368>
- Amin, A., & Park, S. (2025). Chemotaxonomy, an Efficient Tool for Medicinal Plant Identification: Current Trends and Limitations. *Plants*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/plants14142234>
- Amstrong, D., Smith, K., & Reynolds, M. (2022). *Drug development from marine natural products*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/23677305_Drug_development_from_marine_natural_products
- Antony, P., Baby, B., Aleissae, H. M., & Vijayan, R. (2022). A Molecular Modeling Investigation of the Therapeutic Potential of Marine Compounds as DPP-4 Inhibitors. *Marine Drugs*, 20(12), 777. <https://doi.org/10.3390/md20120777>
- ANU Open Research. (2021). *Marine bioprospecting: international law, Indonesia and sustainable development*. Australian National University. <https://openresearch-repository.anu.edu.au/items/87993957-4547-4133-a544-aa74c6b62744>
- Arwanih, E. Y., Louisa, M., Rinaldi, I., & Wanandi, S. I. (2022). Resistance Mechanism of Acute Myeloid Leukemia Cells Against Daunorubicin and Cytarabine: A Literature Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.33165>
- Arzaman, A. F. M., Salleh, H. S., Mat, N. H. N., & Talaat, W. I. A. W. (2023). Traditional Knowledge of Marine Resources and Its Impact on the Well-Being of Coastal Communities in Peninsular Malaysia. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 18(3), 693–703. <https://doi.org/10.18280/ij dne.180322>
- Ayilara, M. S., & Babalola, O. O. (2023). Marine microorganisms in pollution management. *Environmental Research*, 231, 115–122.
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2023). *Peran Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dalam pemanfaatan sumber daya kelautan dan perikanan*. Jurnal Inovasi dan Kebijakan Publik, Poltekpel Sorong. <https://journal.poltekpel-sorong.ac.id/index.php/JIKP/article/view/46>

- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2023, Desember 15). *Bioprospeksi laut: Solusi ramah lingkungan untuk temukan senyawa bioaktif bernilai tinggi*. BRIN Reviews. <https://www.brin.go.id/reviews/121822/bioprospeksi-laut-solusi-ramah-lingkungan-untuk-temukan-senyawa-bioaktif-bernilai-tinggi>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, Juni 30). *Kemitraan industri, kunci percepatan riset dan pengembangan fitofarmaka*. Humas BRIN. <https://brin.go.id/news/123273/kemitraan-industri-kunci-percepatan-ri-set-dan-pengembangan-fitofarmaka>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, Juni 4). *BRIN dan industri farmasi bersinergi ciptakan kapsul lunak berbasis rumput laut*. Humas BRIN. <https://brin.go.id/orem/posts/kabar/brin-dan-industri-farmasi-bersinergi-ciptakan-kapsul-lunak-berbasis-rumput-laut>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, Maret 10). *BRIN ungkap pengembangan senyawa aktif dari biota laut untuk obat*. Medcom.id. <https://www.medcom.id/pendidikan/news-pendidikan/zNArLeAb-brin-ungkap-pengembangan-senyawa-aktif-dari-biota-laut-untuk-obat>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, Mei 20). *BRIN, Duke-NUS, dan University of Florida sinergikan riset produk alam laut untuk penemuan obat baru*. Humas BRIN. <https://www.brin.go.id/news/125085/brin-duke-nus-dan-university-of-florida-sinergikan-ri-set-produk-alam-laut-untuk-penemuan-obat-baru>
- Bălașa, A., Chircov, C., & Grumezescu, A. M. (2020). Marine Biocompounds for Neuroprotection—A Review. *Marine Drugs*, 18(6), 290. <https://doi.org/10.3390/md18060290>
- Bappenas. (2025). *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2025–2045*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas.
- Barbalace, M. C., Malaguti, M., Giusti, L., Lucacchini, A., Hrelia, S., & Angeloni, C. (2019). Anti-Inflammatory Activities of Marine Algae in Neurodegenerative Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(12), 3061. <https://doi.org/10.3390/ijms20123061>
- Barcelos, M. C. S., Ramos, L. R., & Silva, J. C. (2018). Marine biotechnology: Advancements and applications. *Biotechnology Advances*, 36(6), 1655–1671.

- Barreca, M., Spanò, V., Montalbano, A., Cueto, M., Díaz-Marrero, A. R., Deniz, İ., Erdoğan, A., Lukić-Bilela, L., Moulin, C., Givenchy, E. T. d., Spriano, F., Perale, G., Mehiri, M., Rotter, A., Thomas, O. P., Barraja, P., Gaudêncio, S. P., & Bertoni, F. (2020). Marine Anticancer Agents: An Overview With a Particular Focus on Their Chemical Classes. *Marine Drugs*, 18(12), 619.
<https://doi.org/10.3390/md18120619>
- Barzkar, N., Sukhikh, S., & Babich, O. (2023). Study of marine microorganism metabolites: new resources for bioactive natural products. *Frontiers in Microbiology*, 14(January). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1285902>
- Barzkar, N., Tamadoni, A. M., & Ghasemi, Y. (2019). Marine bioactive compounds and their potential therapeutic applications. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 1785–1799.
- BBNJ Agreement. (2023). *The New Regulatory Framework under the BBNJ Agreement for Marine Genetic Resources and the Material Exception to Fishing and Fishing-Related Activities*. Taylor & Francis Online.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). *Principles of biomedical ethics* (8th ed.). Oxford University Press.
- Bernhardt, J. R., & O'Connor, M. I. (2021). Food security and nutrition benefits from sustainable seafood. *Nature Food*, 2(5), 367–374.
- Bhalani DV, Nutan B, Kumar A, Singh Chandel AK. Bioavailability Enhancement Techniques for Poorly Aqueous Soluble Drugs and Therapeutics. *Biomedicines*. 2022 Aug 23;10(9):2055.
doi: 10.3390/biomedicines10092055.PMID: 36140156
- Bharathi, S., & Lee, J. K. (2024). Marine bioactives as next-generation antibiotics. *Frontiers in Microbiology*, 15, 114–129.
- Bhardwaj, M., Kumar, A., & Singh, B. (2021). Marine natural products with immunomodulatory properties. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 43(3), 263–276.
- Bina Hukum Lingkungan. (2023). *Sumber daya genetika laut di luar wilayah yurisdiksi nasional: perkembangan terkini dan arah selanjutnya*. Retrieved from <https://bhl-jurnal.or.id/index.php/bhl/article/download/213/155/343>

- Blasiak, R., Jouffray, J. B., & Österblom, H. (2023). The ocean and sustainable development: Marine biotechnology perspectives. *Nature Sustainability*, 6, 232–240.
- Blunt, J. W., Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2023). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 40(2), 275–325.
- Blunt, J. W., Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2021). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 38(2), 362–413.
- Blunt, J. W., Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2024). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 41(2), 162–207.
- Bose, S., Sarkar, S., & Banerjee, A. (2023). Marine biopolymers for biomedical applications. *Journal of Biomaterials Science*, 34(7), 933–948.
- Bouchet, P., Decock, W., Lonneville, B., Vanhoorne, B., & Vandepitte, L. (2023). Marine biodiversity discovery: the metrics of new species descriptions. *Frontiers in Marine Science*, 10(June), 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.929989>
- Bouyahya, A., Bakrim, S., Chamkhi, I., Taha, D., El Omari, N., El Mneyiy, N., El Hachlafi, N., El-Shazly, M., Khalid, A., Abdalla, A. N., Goh, K. W., Ming, L. C., Goh, B. H., & Aanniz, T. (2024). Bioactive substances of cyanobacteria and microalgae: Sources, metabolism, and anticancer mechanism insights. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 170, 115989.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115989>
- BRIN. (2024). *Periset BRIN ungkap prioritas dan tantangan riset biogeokimia laut Indonesia*. Badan Riset dan Inovasi Nasional.
<https://www.brin.go.id/news/124903/periset-brin-ungkap-prioritas-dan-tantangan-riset-biogeokimia-laut-indonesia>
- British Pharmacological Society. (2024). *The ethics of bioprospecting: balancing fairness and conservation principles*. *Pharmacology Matters*. Retrieved from <https://www.bps.ac.uk/Publishing/Pharmacology-Matters/April-2024/The-ethics-of-bioprospecting-balancing-fairness-an>
- British Pharmacological Society. (2024). *The ethics of bioprospecting: balancing fairness and conservation principles*. *Pharmacology Matters*.
<https://www.bps.ac.uk/Publishing/Pharmacology-Matters/April-2024/The-ethics-of-bioprospecting-balancing-fairness-an>

- Brunt, J., & Burgess, J. G. (2017). The promise of marine biotechnology in cosmetics. *Trends in Biotechnology*, 35(8), 713–716.
- Buck, M., & Hamilton, C. (2011). The Nagoya Protocol on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the Convention on Biological Diversity. *Review of European Community & International Environmental Law*, 20(1), 47-61.
- Buonocore, E. (2012). The role of marine biotechnology in sustainable development. *Marine Policy*, 36(1), 389–396.
- Cai, W., Li, X., & Wang, Q. (2021). *From life in the sea to the clinic: The marine drugs approved and under clinical trial*. *Marine Drugs*, 11(12), 1390.
<https://www.mdpi.com/2075-1729/11/12/1390>
- Calder, P. C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1851(4), 469-484.
- Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2021). Marine natural products. *Natural Product Reports*, 38(2), 362-413.
- Cartwright, O. C., Beekman, A. M., Cominetti, M. M. D., Russell, D. A., & Searcey, M. (2020). A Peptide–Duocarmycin Conjugate Targeting the Thomsen-Friedenreich Antigen Has Potent and Selective Antitumor Activity. *Bioconjugate Chemistry*, 31(7), 1745–1749.
<https://doi.org/10.1021/acs.bioconjchem.0c00282>
- Carvalho, M. F. N., Oliveira, R., & Ferreira, A. (2023). Marine polysaccharides as biomaterials for regenerative medicine. *Marine Drugs*, 21(2), 102.
- Catanesi, M., Caioni, G., Castelli, V., Benedetti, E., d’Angelo, M., & Cimini, A. (2021). Benefits Under the Sea: The Role of Marine Compounds in Neurodegenerative Disorders. *Marine Drugs*, 19(1), 24.
<https://doi.org/10.3390/md19010024>
- Chellapandian, H., Jeyachandran, S., Park, K., & Kwak, I. (2025). Marine-Derived Functional Biomaterials: Advancements in Biomedicine and *Drug Delivery Applications*. *Natural Product Communications*, 20(6).
<https://doi.org/10.1177/1934578X241302009>
- Chi, Z., & Wang, X. (2023). Marine microorganisms and drug discovery: Progress and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 107(6), 2387–2402.

- Coastal Wiki. (2024). *Legal framework for access to genetic resources*. Retrieved from https://www.coastalwiki.org/wiki/Legal_framework_for_access_to_genetic_resources
- Collins SP, Storrow A, Liu D, *et al.* *Farmasi Bahari Sebagai Pengobatan.*; 2021.
- Contreras-castro, L., Martínez-garcía, S., & Cancino-diaz, J. C. (2020). Marine Sediment Recovered *Salinispora* sp. Inhibits the Growth of Emerging Bacterial Pathogens and other Multi-Drug-Resistant Bacteria. *Polish Journal of Microbiology*, 69(3), 321–330.
- Cuevas, C., & Francesch, A. (2009). Development of Yondelis® (trabectedin, ET-743). A semisynthetic process solves the supply problem. *Natural Product Reports*, 26(3), 322-337.
- Dalisay, D. S., Tenebro, C. P., Sabido, E. M., Suarez, A. F. L., Paderog, M. J. V, Reyes-Salardá, R., & Saludes, J. P. (2024). Marine-Derived Anticancer Agents Targeting Apoptotic Pathways: Exploring the Depths for Novel Cancer Therapies. *Marine Drugs*, 22(3), 114.
<https://doi.org/10.3390/md22030114>
- Daniotti, S., & Re, R. (2021). Blue biotechnology: Current status and future outlook. *Journal of Applied Biotechnology*, 9(4), 211–227.
- Dayanidhi, D. L., Thomas, B. C., Osterberg, J. S., Vuong, M., Vargas, G., Kwartler, S. K., Schmaltz, E., Dunphy-Daly, M. M., Schultz, T. F., Rittschof, D., Eward, W. C., Roy, C. P., & Somarelli, J. A. (2021). Exploring the Diversity of the Marine Environment for New Anti-Cancer Compounds. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.614766>
- Delargy, A. J., Cassidy, K. S., Lisi, A. D., & Stokesbury, K. D. E. (2025). A comparison of survey designs for marine benthic invertebrate sampling. *Fisheries Research*, 285, 107384.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fishres.2025.107384>
- Deshmane J, Hajare S, Patil H. MARINE PHARMACEUTICALS : A REVIEW. In: Vol 5.; 2020:1-13.
- Di Guardo G, Criscitiello MF, Sierra E, Mazzariol S. 2019.Editorial: Comparative Immunology of Marine Mammals. *Front Immunol*. 2019 Oct 1;10:2300. doi: 10.3389/fimmu.2019.02300.eCollection2019.PMID: 31632396 .1002/ctm2.7030 3.PMID: 40254927

- Digilib Unila. (2022). *Pengaturan prinsip access and benefit sharing dalam Convention on Biological Diversity (CBD) dan implementasi di Indonesia*. Retrieved from <http://digilib.unila.ac.id/63147/3/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf>
- D'Incalci, M., & Galmarini, C. M. (2010). A review of trabectedin (ET-743): a unique mechanism of action. *Molecular Cancer Therapeutics*, 9(8), 2157-2163.
- Dong, X., Sun, Y., Li, Y., Ma, X., Zhang, S., Yuan, Y., Kohn, J., Liu, C., & Qian, J. (2021). Synergistic Combination of Bioactive Hydroxyapatite Nanoparticles and the Chemotherapeutic Doxorubicin to Overcome Tumor Multidrug Resistance. *Small*, 17(18). <https://doi.org/10.1002/sml.202007672>
- Dwiartama, A. (2020). *Menyusun cetak biru: Bioprospecting di Indonesia*. ITB Press. https://dwiartama.id/wp-content/uploads/2021/03/2020_Dwiartama_Bioprospecting_ITBPress.pdf
- Ebrahimi, B. *et al.*, 2023. Combination of marine bioactive compounds and extracts for the prevention and treatment of chronic diseases. *Frontiers in Nutrition*, 9.
- Eghianruwa, Q., Osoniyi, O., Maina, N., & Wachira, S. (2019). Bioactive Peptides From Marine Molluscs – A Review. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 1–12. <https://doi.org/10.9734/ijbcr/2019/v27i430130>
- Elbandy, M. (2022). Anti-Inflammatory Effects of Marine Bioactive Compounds and Their Potential as Functional Food Ingredients in the Prevention and Treatment of Neuroinflammatory Disorders. *Molecules*, 28(1), 2. <https://doi.org/10.3390/molecules28010002>
- Elbandy, M. (2022). Marine bioactives for neuroinflammation therapy. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 935–946.
- Ercolano, G., Cicco, P. D., & Ianaro, A. (2019). New Drugs From the Sea: Pro-Apoptotic Activity of Sponges and Algae Derived Compounds. *Marine Drugs*, 17(1), 31. <https://doi.org/10.3390/md17010031>
- Erniati. (2020). *Potensi rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1), 12–21. <https://ojs.unimal.ac.id/acta-aquatica/article/view/332/0>
- European Parliament. (2014). *Towards a Possible International Agreement on Marine Biodiversity in Areas Beyond National Jurisdiction. Policy Study Report*.

- Fahmy, S. A., Brüßler, J., Alawak, M., El-Sayed, M. M. H., Bakowsky, U., & Shoeib, T. (2019). Chemotherapy Based on Supramolecular Chemistry: A Promising Strategy in Cancer Therapy. *Pharmaceutics*, 11(6), 292.
<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11060292>
- Fenical, W., Jensen, P. R., Palladino, M. A., Lam, K. S., Lloyd, G. K., & Potts, B. C. (2009). Discovery and development of the anticancer agent salinosporamide A (NPI-0052). *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 17(6), 2175-2180.
- Fenical, W., Jensen, P. R., Palladino, M. A., Lam, K. S., Lloyd, G. K., & Potts, B. C. (2008). Discovery and development of the anticancer agent salinosporamide A. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 33(10), 691-700.
- Ferdouse, F., Løvstad Holdt, S., Smith, R., Murúa, P., & Yang, Z. (2021). *The global status of seaweed production, trade, and utilization*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 658. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fitriani, D., Suryani, N., & Hidayat, R. (2024). *Peluang dan manfaat pangan fungsional dari laut: Telaah pustaka*. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 13(2), 45-58.
<https://pdfs.semanticscholar.org/8da7/412e7a082d975037cc916248625840c126d4.pdf>
- Fitton, J. H., Stringer, D. N., & Karpinić, S. S. (2015). Therapies from fucoidan: An update. *Marine Drugs*, 13(9), 5920-5946.
- Formosa Publisher. (2023). *Legal Protection of Genetic Resources Reviewed in the Convention on Biological Diversity Nagoya Protocol and Law No. 11 of 2020*.
- Friedman, A., & Thomas, K. (2020). Ocean and human health: Emerging insights. *Annual Review of Marine Science*, 12, 345-366.
- Gabbia, D., & Martin, S. D. (2020). Brown Seaweeds for the Management of Metabolic Syndrome and Associated Diseases. *Molecules*, 25(18), 4182.
<https://doi.org/10.3390/molecules25184182>
- Gentile, D. R., Mazzarella, L., & D'Amico, S. (2021). *Marine biotechnology: Challenges and development market trends for the enhancement of biotic resources in industrial pharmaceutical and food applications*. *Frontiers in Marine Science*, 8, 791212. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7912129/>

- Gerwick, W. H., & Moore, B. S. (2012). Lessons from the past and charting the future of marine natural products drug discovery and chemical biology. *Chemistry & Biology*, 19(1), 85-98.
- Gheda, S., Karkour, A. M., Shafay, S. El, Gaballah, M., Costas, J., & Pereira, L. (2025). Polysaccharides from Brown Seaweeds (*Padina boergesenii* and *Sargassum euryphyllum*) as Promising Inhibitors of SARS-CoV-2: Characterization, Mechanisms, and Therapeutic Potential. *Macromol*, 5(18). <https://doi.org/10.3390/macromol5020018>
- Ghelani, D. P., Vyas, J. R., & Patel, R. M. (2022). Marine-derived immunomodulators: Mechanisms and therapeutic potential. *Frontiers in Immunology*, 13, 821–834.
- Ghelani, H. *et al.*, 2022. Anti-Inflammatory Effects of Compounds from Echinoderms. *Marine Drugs*, 20(11).
- Ghoran, S. H., & Kijjoa, A. (2021). Marine-Derived Compounds With Anti-Alzheimer's Disease Activities. *Marine Drugs*, 19(8), 410. <https://doi.org/10.3390/md19080410>
- Ghosh, S. *et al.*, 2022. Novel Bioactive Compounds From Marine Sources as a Tool for Functional Food Development. *Frontiers in Marine Science*, 9(February), pp.1–28.
- Ghosh, S., Sarkar, T., Pati, S., Kari, Z. A., Edinur, H. A., & Chakraborty, R. (2022). Novel Bioactive Compounds From Marine Sources as a Tool for Functional Food Development. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.832957>
- Ghosh, S., Sarkar, T., Pati, S., Kari, Z. A., Edinur, H. A., & Chakraborty, R. (2022). Novel Bioactive Compounds From Marine Sources as a Tool for Functional Food Development. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1–28. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.832957>
- Giuliani, M., Bigossi, G., Lai, G., Marcozzi, S., Brunetti, D., & Malavolta, M. (2024). Marine Compounds and Age-Related Diseases: The Path From Pre-Clinical Research to Approved Drugs for the Treatment of Cardiovascular Diseases and Diabetes. *Marine Drugs*, 22(5), 210. <https://doi.org/10.3390/md22050210>

- Gomez-banderas, J. (2022). Marine Natural Products: A Promising Source of Environmentally Friendly Antifouling Agents for the Maritime Industries. *Frontiers in Marine Science*, 9, 858757. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.858757>
- González, L., Pérez, R., & Martínez, J. (2023). *Marine natural products and derivatives*. *RPS Pharmacy and Pharmacology Reports*, 2(2), rqad008. <https://academic.oup.com/rpsppr/article/2/2/rqad008/7095241>
- Gunathilaka, M. D. T. L., Samarakoon, K. W., Ranasinghe, P., & Peiris, L. D. C. (2020). Antidiabetic Potential of Marine Brown Algae—a Mini Review. *Journal of Diabetes Research*, 2020, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2020/1230218>
- Hamed, I. et al., 2015. Marine Bioactive Compounds and Their Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(4), pp.446–465.
- Han, N., Li, J., & Li, X. (2022). Natural Marine Products: Anti-Colorectal Cancer in Vitro and in Vivo. *Marine Drugs*, 20(6), 349. <https://doi.org/10.3390/md20060349>
- Hancock, R. E., Haney, E. F., & Gill, E. E. (2016). The immunology of host defence peptides: beyond antimicrobial activity. *Nature Reviews Immunology*, 16(5), 321–334.
- Hanif, N., Murni, A., Tanaka, C., & Tanaka, J. (2019). Marine Natural Products from Indonesian Waters. *Marine Drugs*, 17, 364.
- Hanif, N., Yasmeen, T., & Khan, A. (2019). Marine biodiversity as a source of bioactive compounds. *Natural Product Research*, 33(12), 1783–1794.
- Hannan, M. A., Dash, R., Haque, M. N., Mohibbullah, M., Sohag, A. A. M., Rahman, M. A., Uddin, M. J., Alam, M., & Moon, I. S. (2020). Neuroprotective Potentials of Marine Algae and Their Bioactive Metabolites: Pharmacological Insights and Therapeutic Advances. *Marine Drugs*, 18(7), 347. <https://doi.org/10.3390/md18070347>
- Hanoun, M., Ruhnke, L., Krämer, M., Hanoun, C., Schäfer-Eckart, K., Steffen, B., Sauer, T., Krause, S. W., Schliemann, C., Mikesch, J., Kaufmann, M., Hänel, M., Jost, E., Brümmendorf, T. H., Fransecky, L., Kraus, S., Einsele, H., Niemann, D., Neubauer, A., ... Röllig, C. (2022). Intensified Cytarabine Dose During Consolidation in Adult AML Patients Under 65 years Is Not

Associated With Survival Benefit: Real-World Data From the German SAL-AML Registry. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 149(8), 4611–4621. <https://doi.org/10.1007/s00432-022-04356-9>

Haque, M., Rahman, M., & Ahmed, S. (2022). Clinical development of marine-derived anticancer drugs. *Cancer Treatment Reviews*, 108, 102–112.

Haque, N., Parveen, S., Tang, T., Wei, J., & Huang, Z. (2022). Marine Natural Products in Clinical Use. *Marine Drugs*, 20(8).
<https://doi.org/10.3390/md20080528>

Hidayat, M., Arifin, Z., & Suryaningrum, F. (2022). Kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang dibudidayakan dengan metode berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 25(1), 45–55.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/download/29460/20308>

Hong, L. L., Ding, Y. F., Zhang, W., & Lin, H. W. (2022). Chemical and biological diversity of new natural products from marine sponges: a review (2009–2018). *Marine Life Science and Technology*, 4(3), 356–372.
<https://doi.org/10.1007/s42995-022-00132-3>

Hsu, W., Chiou, S., Lin, P., Liao, Y., Yeh, C.-Y., & Tseng, Y. (2023). Prediction of miRNA-mRNA Network Regulating the Migration Ability of Cytarabine-resistant HL60 Cells. *Biomedical Reports*, 20(2).
<https://doi.org/10.3892/br.2023.1708>

Huang, C., Zhang, Z., & Cui, W. (2019). Marine-Derived Natural Compounds for the Treatment of Parkinson's Disease. *Marine Drugs*, 17(4), 221.
<https://doi.org/10.3390/md17040221>

Iliou, K., Papageorgiou, S., & Chatzinikolaidou, M. (2022). Marine biomaterials in tissue engineering. *Materials Science & Engineering C*, 131, 112–134.

Indonesia Journal of Cancer Prevention. (2023). Isolasi senyawa dari spons laut: Sitotoksitas terhadap lini sel kanker dan mekanisme kematian sel. Universitas Padjadjaran. <https://jurnal.unpad.ac.id/ijcp/article/download/60970/pdf>

Intepat IP. (2023). *Intellectual property rights and marine biodiversity*. Retrieved from <https://www.intepat.com/blog/intellectual-property-rights-and-marine-biodiversity>

- International Journal of Law and Society. (2023). *Implementation of the Nagoya Protocol on access and benefit sharing of genetic resources and traditional knowledge in Indonesia: A study from bioprospecting*.
<https://ejournal.upi.edu/index.php/ijls/article/view/38562/pdf>
- Irianto, Koes, Cetakan Ketiga, 2015, Ekologi Laut Indonesia, Bandung, Sarana Ilmu Pustaka.
- Jaruvijitrattana, P., & Chanprapaph, K. (2019). Bilateral Ear Swelling and Erythema After Chemotherapy: A Case Report of Ara-C Ears. *Case Reports in Dermatology*, 11(2), 226–232. <https://doi.org/10.1159/000501876>
- Jimeno, J., Faircloth, G., Sousa-Faro, J. M., Scheuer, P., & Rinehart, K. (2019). *Marine-derived drugs: Recent advances in cancer therapy and immune signaling*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/347888750_Marine-derived_drugs_Recent_advances_in_cancer_therapy_and_immune_signaling
- Jonart, L. M., Ebadi, M., Basile, P., Johnson, K. A., Makori, J., & Gordon, P. M. (2019). Disrupting the Leukemia Niche in the Central Nervous System Attenuates Leukemia Chemoresistance. *Haematologica*, 105(8), 2130–2140. <https://doi.org/10.3324/haematol.2019.230334>
- Journal of Fisheries Product and Health Innovation (IPB). (2024). *Kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif rumput laut (Eucheuma cottonii) yang dibudidayakan dengan optimasi lingkungan*. Jurnal IPB, 19(3), 87–95.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/download/29460/20308>
- JSciMed Central. (2024). *Protection and utilization of marine resources: Between the challenge of a unified legal framework and the issue of sequenced information*. Retrieved from <https://www.jscimedcentral.com/journal-article-info/Annals-of-Marine-Biology-and-Research/Protection-and-Utilization-of-Marine-Resources:-Between-the-Challenge-of-A-Unified-Legal-Framework-and-the-Issue-of-Sequenced-Information-11991>
- JSciMed Central. (2024). *Protection and Utilization of Marine Resources: Between the Challenge of A Unified Legal Framework and the Issue of Sequenced Information*.
- Jurnal Bisnis dan Ekonomi Kreatif. (2023). *Sinergi Quadruple Helix dalam rantai nilai industri bioteknologi kelautan Indonesia*.
<https://jbek.amikom.ac.id/index.php/jbek/article/download/217/119/>

- Jurnal Farmasi Indonesia. (2023). *Menuju kemandirian industri farmasi: Eksplorasi potensi biota laut Indonesia*. Universitas Airlangga.
<https://e-journal.unair.ac.id/JFI/article/view/39463/21350>
- Jurnal Manajemen Hutan Tropika IPB. (2020). *Implementation of Access and Benefit Sharing in Indonesia: Review and Case Studies*.
<https://journal.ipb.ac.id/jmht/article/view/25134/16909>
- Jurnal Pendidikan dan Konseling. (2023). *Implementasi kebijakan ekonomi biru dalam penguatan ketahanan pangan dan perekonomian di Indonesia*. Universitas Pelita Indonesia.
<https://www.jurnal.pelitaindonesia.ac.id/index.php/jpdk/article/view/1018/pdf>
- Jurnal Prioris, Universitas Trisakti. (2023). *Harmonisasi dan Sinkronisasi Peraturan Terkait Rekayasa Genetika Pasca Ratifikasi United Nations Convention on Biological Diversity*.
- Jurnal Sains Terapan. (2023). *Potensi bioteknologi kelautan dan tantangan komersialisasi di Indonesia*. Universitas Diponegoro.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/sains/article/download/46385/21570>
- Kadam, S. U., O'Donnell, C. P., & Tiwari, B. K. (2015). *Marine bioactive compounds and their health benefits: A review*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 813–826.
https://www.researchgate.net/publication/275898407_Marine_Bioactive_Compounds_and_Their_Health_Benefits_A_Review
- Kadam, S. U., O'Donnell, C. P., & Tiwari, B. K. (2023). *Opportunity and benefits of functional food from the sea: A review*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(4), 1587–1603.
<https://pdfs.semanticscholar.org/8da7/412e7a082d975037cc916248625840c126d4.pdf>
- Kalasariya, H., Patel, D., & Patel, J. (2022). *Marine bioactive compounds in cosmeceuticals*. *Journal of Cosmetic Science*, 73(5), 321–334.
- Kang, H. K., Choi, M. C., Seo, C. H., & Park, Y. (2015). *Therapeutic properties of marine bioactives*. *Marine Drugs*, 13(9), 6183–6201.

- Karayianni, M., Sentoukas, T., Skandalis, A., Pippa, N., & Pispas, S. (2023). Chitosan-Based Nanoparticles for Nucleic Acid *Delivery*: Technological Aspects, Applications, and Future Perspectives. *Pharmaceutics*, 15, 1849. <https://doi.org/10.3390/%0Apharmaceutics15071849>
- Karthikeyan, A., Joseph, A. & Nair, B.G., 2022. Promising bioactive compounds from the marine environment and their potential effects on various diseases. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 20(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00290-4>.
- Karthikeyan, A., Joseph, A., & Nair, B. G. (2022). Promising bioactive compounds from the marine environment and their potential effects on various diseases. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00290-4>
- Karthikeyan, P., Kumar, V., & Balakrishnan, B. (2022). Bioactive metabolites from marine organisms. *Journal of Biotechnology*, 351, 11–23.
- Kehati Foundation. (2021). *Arah pengembangan bioprospecting di Indonesia (Policy Brief)*. Yayasan Kehati. <https://kehati.or.id/app/uploads/2021/02/Policy-Brief-Arah-Pengembangan-Bioprospecting-di-Indonesia.pdf>
- Kemdikbud. (2022). *Konsep Access and Benefit Sharing sebagai Pencegahan Biopiracy di Indonesia*. *Jurnal Ilmiah Garuda Kemdikbud*.
- Kemendikbudristek. (2023). *ITS teliti obat baru antikanker dari spons laut Indonesia*. *Kabar Dikti Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi*. <https://kemdiktisaintek.go.id/kabar-dikti/its-teliti-obat-baru-antikanker-dari-spons-laut-indonesia/>
- Khalid, A., Hussain, M., & Ahmad, S. (2021). Marine microbial bioremediation of oil spills. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), 11254–11267.
- Khalifa, S. A. M., Elias, N., Farag, M. A., Chen, L., Saeed, A., Hegazy, M. F., Moustafa, M. S., El-Wahed, A. A. A., Al-Mousawi, S. M., Musharraf, S. G., Chang, F., Iwasaki, A., Suenaga, K., Alajlani, M., Göransson, U., & El-Seedi, H. R. (2019). Marine Natural Products: A Source of Novel Anticancer *Drugs*. *Marine Drugs*, 17(9), 491. <https://doi.org/10.3390/md17090491>

- Khursheed, M., Ghelani, H., Jan, R. K., & Adrian, T. E. (2023). Anti-Inflammatory Effects of Bioactive Compounds From Seaweeds, Bryozoans, Jellyfish, Shellfish and Peanut Worms. *Marine Drugs*, 21(10), 524.
<https://doi.org/10.3390/md21100524>
- Kim, S. K., Li, Y., & Pangestuti, R. (2023). *Bio-active peptides from marine sources: Mechanistic insights into immune regulation, microbiota modulation, and intestinal barrier protection*. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(21), 10508. <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/21/10508>
- Kim, S. K., Li, Y., & Pangestuti, R. (2023). *Marine bioactives and their potential role in human health: An overview*. *Marine Drugs*, 21(2), 89–102.
<https://www.mdpi.com/1660-3397>
- Kim, S. K., & Palella, R. (2012). Medicinal foods from marine animals: current status and prospect. *Advance, 65s in food and nutrition research*, 65, 1-9.
- Kim, S.K, Ed, 2014, *Marine cosmeceuticals: Trends and Prospects*, CRC Press.
- Kiuru, P., D'Auria, M. V., Muller, C. D., Tammela, P., Vuorela, H., & Yli-Kauhaluoma, J. (2014). The potential of marine microorganisms in drug discovery. *Pharmacological Research*, 97, 84–92.
- Kodzius, R., & Gojobori, T. (2015). Marine metagenomics as a source for bioprospecting. *Marine Genomics*, 24, 21–30.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.margen.2015.07.001>
- Kong, Q., Liang, Q., Tan, Y., Luo, X., Ling, Y., Li, X., Cai, Y., & Chen, H. (2024). Induction of Ferroptosis by SIRT1 Knockdown Alleviates Cytarabine Resistance in Acute Myeloid Leukemia by Activating the HMGB1/ACSL4 Pathway. *International Journal of Oncology*, 66(1).
<https://doi.org/10.3892/ijo.2024.5708>
- Kostas, E. T., White, D. A., & Cook, D. J. (2021). The role of algae in bioenergy production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111–144.
- Kusuma, R., & Pratiwi, D. (2024). *Ikan sebagai sumber protein dan gizi berkualitas tinggi bagi kesehatan tubuh manusia*. *Journal of Marine Health Science*, 8(2), 77–88.
https://www.researchgate.net/publication/380392542_Ikan_Sebagai_Sumber_Protein_dan_Gizi_Berkualitas_Tinggi_Bagi_Kesehatan_Tubuh_Manusia

- Kyzar EJ, Nichols CD, Gainetdinov RR, Nichols DE, Kalueff AV.. 2017. Psychedelic Drugs in Biomedicine. Trends Pharmacol Sci. 2017 Nov;38(11):992-1005. doi: 10.1016/j.tips.2017.08.003. Epub 2017 Sep 22.PMID: 28947075
- Lagopati, N., Sarantopoulou, E., & Pavlatou, E. A. (2023). Algae and seaweeds in biotechnological applications. *Applied Sciences*, 13(4), 2122.
- Landrigan, P. J., Stegeman, J. J., Fleming, L. E., Allemand, D., Anderson, D. M., Backer, L. C.,... & Sutton, T. T. (2020). Human health and ocean pollution. *Annals of Global Health*, 86(1), 151.
- Laporan Kajian Kebijakan / Jurnal Hukum Pembangunan. (2024). *Kebijakan akselerasi inovasi bioprospecting di Indonesia: Studi kasus regulasi*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jhp/article/view/12470/7754>
- Leal, M. C., Calado, R., Sheridan, C., Alimonti, A., & Osinga, R. (2018). *Marine sponge natural products with anticancer potential: An updated review*. *Marine Drugs*, 15(10), 310. <https://www.mdpi.com/1660-3397/15/10/310>
- Lee, K. Y., & Mooney, D. J. (2012). Alginate: properties and biomedical applications. *Progress in Polymer Science*, 37(1), 106-126.
- Lemos, M. F. L., Antunes, S. C., & Correia, A. T. (2021). Marine biotechnology and human health. *Frontiers in Marine Science*, 8, 662–671.
- Lestari, R. (2023). Mitigasi biopiracy dan kekayaan intelektual: Tantangan dan peluang bagi pengetahuan tradisional. *Jurnal Syntax Admiration*, 4(5), 101–112.
<https://www.jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/download/1869/1948/16368>
- Lewis, R. J., Dutertre, S., Vetter, I., & Christie, M. J. (2012). Conus venom peptide pharmacology. *Pharmacological Reviews*, 64(2), 259-298.
- Li, H., Liu, X., Li, X., & Hu, Z. (2021). Novel Harziane Diterpenes from Deep-Sea Sediment Fungus *Trichoderma* sp. SCSIW21 and Their Potential Anti-Inflammatory Effects. *Marine Drugs*, 19. <https://doi.org/10.3390/md19120689>
- Li, W., Sun, L., Zheng, X., Li, F., Zhang, W., Li, T., Guo, Y., & Tang, D. (2023). Multifunctional Nanoprobe Based on Fluorescence Resonance Energy Transfer for Furin Detection and Drug Delivery. *Analytical Chemistry*, 95(25), 9654–9662. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.3c01416>

- Li, Y., Sun, X., & Kim, S. K. (2023). *Bioactive compounds of marine algae and their potential health and nutraceutical applications: A review. Marine Drugs*, 23(4), 152. <https://www.mdpi.com/1660-3397/23/4/152>
- Li, Y., Zhao, L., & Kim, S. K. (2024). *A potential role of natural bioactive compounds found in food in the prevention of idiopathic Parkinson's disease. Nutrients*, 17(21), 3376. <https://www.mdpi.com/2072-6643/17/21/3376>
- Liang, J., Feng, J.-C., Zhang, S., Cai, Y., Yang, Z., Ni, T., & Yang, H.-Y. (2021). Role of deep-sea equipment in promoting the forefront of studies on life in extreme environments. *IScience*, 24(11), 103299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.103299>
- Lieske E, R Myers. 2010. Reef Fishes of the world. Periplus Hongkong (Ltd).
- Lim, Y. S., Ok, Y. J., Hwang, S. Y., Kwak, J. Y., & Yoon, S. (2019). Marine collagen as a promising biomaterial for biomedical applications. *Marine Drugs*, 17(8), 467.
- Lindequist, U. (2016). Marine-derived pharmaceuticals—challenges and opportunities. *Biomolecules & Therapeutics*, 24(6), 561-571.
- Lindequist, U. (2016). Marine-derived pharmaceuticals—challenges and opportunities. *Biomolecules & Therapeutics*, 24(6), 561-571.
- Losada, A., Berlanga, P., Losada, C., & Munoz-Alonso, M. J. (2021). Plitidepsin: A novel antitumor *drug* for the treatment of relapsed/refractory multiple myeloma. *Drugs of Today*, 57(11), 675-686.
- Luis, J., Mejía, R., Anahí, I., Manzano, H., Felipe, L., Millán, M., Rivera, N., Canavesi, D. X. S., Castillo, E., & Pardo, L. (2024). A Novel Thermo-Alkaline Stable GDSE/SGNH Esterase with Broad Substrate Specificity from a Deep-Sea *Pseudomonas* sp. *Marine Biotechnology*, 26(3), 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10126-024-10308-w>
- Lv, S., Li, A., Wu, H., & Wang, X. (2019). Observation of Clinical Efficacy and Toxic and Side Effects of Pirarubicin Combined With Cytarabine on Acute Myeloid Leukemia. *Oncology Letters*. <https://doi.org/10.3892/ol.2019.9966>
- Macedo NRPV, MS Ribeiro, RC Villacea, W Ferreira, AM Pinto, VL Teixeira, C Cirne-Santos, ICNP Paixao, V Giongol. 2012. Caulerpin as a potential antiviral *drug* against herpes simplex virus type I. *Rev bras farmcogn* Vol 22 (4) doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000072.

- Macedo, M. W. F. S., Cunha, N. B. da, Carneiro, J. A., Costa, R. A. da, Alencar, S. A. de, Cardoso, M. H., Franco, O. L., & Dias, S. C. (2021). Marine Organisms as a Rich Source of Biologically Active Peptides. *Frontiers in Marine Science*, 8(July), 1–23. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.667764>
- Magwaza, S. N., & Islam, M. S. (2023). Roles of Marine Macroalgae or Seaweeds and Their Bioactive Compounds in Combating Overweight, Obesity and Diabetes: A Comprehensive Review. *Marine Drugs*, 21(4), 258. <https://doi.org/10.3390/md21040258>
- Mahata, D., Biswas, K., & Roy, A. (2022). Marine algae in functional foods. *Food Research International*, 154, 110–122.
- Malve H. Exploring the ocean for new drug developments: Marine pharmacology. Published online 2016:83-91. doi:10.4103/0975-7406.171700
- Manilal, A., Sujith, S., Seghal Kiran, G., Selvin, J., Shakir, C., Gandhimathi, R., & Lipton, A. P. (2009). Biopotentials of seaweeds collected from southwest coast of India. *Journal of Marine Science and Technology*, 17(1), 67-73.
- Manivasagan, P., Venkatesan, J., & Kim, S. K. (2013). Marine natural products as anticancer agents. *Marine Drugs*, 11(7), 2251–2268.
- Marchese, A., Barbieri, R., & Sanches, R. (2021). Marine-derived bioactives for metabolic disorders. *Nutrients*, 13(2), 489.
- Martín, M. J., Coello, L., Fernández, R., Reyes, F., Rodríguez, A., & Francesch, A. (2019). *Marine anticancer drugs and their relevant targets: A treasure from the ocean*. *Marine Drugs*, 17(9), 491. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6593002/>
- Martins, A., Vieira, H., Gaspar, H., & Santos, S. (2014). Marketed marine natural products in the pharmaceutical and cosmeceutical industries: Tips for success. *Marine Drugs*, 12(2), 1066-1101.
- Martins, A., Vieira, H., Gaspar, H., & Santos, S. (2014). Marketed marine natural products in pharmaceuticals. *Marine Drugs*, 12(2), 1066–1101.
- Martins, A., Vieira, H., Gaspar, H., & Santos, S. (2020). *Marine anticancer agents: An overview with a particular focus on their chemical classes*. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 7761941. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7761941/>

- Martins, F., Latifyan, S., Sykiotis, G. P., Lamine, F., Maillard, M. H., Fraga, M., Shabafrouz, K., Ribi, C., Cairolì, A., Guex-Crosier, Y., Küntzer, T., Michielin, O., Peters, S., Coukos, G., Spertini, F., Thompson, J. A., & Obéid, M. (2019). Adverse Effects of Immune-Checkpoint Inhibitors: Epidemiology, Management and Surveillance. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 16(9), 563–580. <https://doi.org/10.1038/s41571-019-0218-0>
- Mateos, R., Pérez-Correa, J. R., & Domínguez, H. (2020). Bioactive Properties of Marine Phenolics. *Marine Drugs*, 18(10), 501. <https://doi.org/10.3390/md18100501>
- Mayer, A. M., Guerrero, A. J., & Fusetani, N. (2021). *Marine anticancer drugs and their relevant targets: A treasure from the ocean*. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 6593002. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6593002/>
- McCusker, M.M., & Grant-Kels, J.M, 2010, Healing fats of the skin: the structural and immunological roles of the omega-6 and omega-3 fatty acids. *Clinics in dermatology*, 28(4), 440-451.
- MDPI. (2017). *Access and benefit sharing under the Convention on Biological Diversity and its protocol: What can some numbers tell us about the effectiveness of the regulatory regime?* *Sustainability*, 6(1), 11. <https://www.mdpi.com/2079-9276/6/1/11>
- MDPI. (2022). *Marine-based nutraceuticals: An innovative trend in the food and supplement industries*. *Marine Drugs*, 13(10), 6336–6355. <https://www.mdpi.com/1660-3397/13/10/6336>
- MDPI. (2023). *Marine-derived bioactive ingredients in functional foods for aging: Nutritional and therapeutic perspectives*. *Marine Drugs*, 22(11), 496. <https://www.mdpi.com/1660-3397/22/11/496>
- Media Bina Ilmiah. (2024). *Pemanfaatan rumput laut Undaria pinnatifida sebagai pembuatan minuman sehat*. *Media Bina Ilmiah*, 18(1), 22–31. <http://binapatria.id/index.php/MBI/article/view/1161>
- Mehbub, M. F., Lei, J., Franco, C., & Zhang, W. (2014). Marine sponge derived natural products between 2001 and 2010: trends and opportunities for discovery of bioactives. *Marine Drugs*, 12(8), 4539–4577.

- Molinski, T. F., Dalisay, D. S., Lievens, S. L., & Saludes, J. P. (2009). Drug development from marine natural products. *Nature Reviews Drug Discovery*, 8(1), 69-85.
- Montuori, E., Capalbo, A., & Lauritano, C. (2022). Marine Compounds for Melanoma Treatment and Prevention. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10284. <https://doi.org/10.3390/ijms231810284>
- Montuori, E., Manfra, M., & Schiavo, S. (2022). Immunomodulatory marine compounds. *Marine Biotechnology*, 24(1), 45–58.
- Mourelle, M.L., *et al*, 2017, The potential use of marine microalgae and cyanobacteria in cosmetics and thalassotherapy cosmetics, 4(4), 46.
- Naqvi, S. A. R., Sherazi, T. A., Hassan, S. U., Shahzad, S. A., & Faheem, Z. (2022). Anti-Inflammatory, Anti-Infectious and Anti-Cancer Potential of Marine Algae and Sponge: A Review. *European Journal of Inflammation*, 20. <https://doi.org/10.1177/20587392221075514>
- Naqvi, S. A., Sherazi, T. A., Hassan, S. U., Shahzad, S. A., & Faheem, Z. (2022). Anti-Inflammatory, Anti-Infectious and Anti-Cancer Potential of Marine Algae and Sponge: A Review. *European Journal of Inflammation*, 20, 1–22. <https://doi.org/10.1177/20587392221075514>
- Neliti Journal. (2020). *Melindungi Keanekaragaman Hayati dalam Kerangka Protokol Nagoya*.
- Neliti. (2015). *Implementasi Prior Informed Consent (PIC) dan Access and Benefit Sharing (ABS) dalam upaya optimalisasi bioprospeksi sumber daya genetik laut*. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/122782-ID-implementasi-prior-informed-consent-pic.pdf>
- Neliti. (2016). *Melindungi Keanekaragaman Hayati dalam Kerangka Protokol Nagoya*. <https://media.neliti.com/media/publications/40601-ID-melindungi-keanekaragaman-hayati-dalam-kerangka-protokol-nagoya.pdf>
- Neliti. (2022). *Kandungan antioksidan pada rumput laut Eucheuma spinosum yang diekstrak dengan metanol dan etanol*. <https://media.neliti.com/media/publications/138222-ID-kandungan-antioksidan-pada-rumput-laut-e.pdf>

- Neliti. (2024). *Melindungi keanekaragaman hayati dalam kerangka Protokol Nagoya*. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/40601-ID-melindungi-keanekaragaman-hayati-dalam-kerangka-protokol-nagoya.pdf>
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803.
- Nieto, F. R., Cobos, E. J., Tejada, M. Á., Sánchez-Fernández, C., González-Cano, R., & Cendán, C. M. (2012). Tetrodotoxin (TTX) as a therapeutic agent for pain. *Marine Drugs*, 10(2), 281-305.
- NIH Office of Dietary Supplements. (2020). *Recent advances in marine-based nutraceuticals and their health benefits*. National Institutes of Health (NIH) / PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7764318/>
- NIH Office of Dietary Supplements. (2024). *Omega-3 fatty acids – health professional fact sheet*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/>
- Nweze, J. A., Mbaaji, F. N., & Huang, G. (2020). Marine antibiotics: Current status. *Frontiers in Microbiology*, 11, 145.
- O'Brian, T., Sun, M. K., & Alkon, D. L. (2021). *Preclinical and clinical studies on bryostatins, a class of marine-derived protein kinase C modulators: A mini-review*. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 604080. <https://www.researchgate.net/publication/340172247>
- OAPEN. (2023). *Marine bioprospecting, biodiversity and novel uses of ocean resources*. In *Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ)*. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/88174/9781509968299.pdf>
- Oberry, D., 2023. Exploring Marine Organisms As Potential Sources of Bioactive Compounds for Pharmaceutical Applications Conflict of Interest. *Mintage Journal of Pharmaceutical & Medical Sciences*, 12(1), p.3315. Available at: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/%0Awww.mintagejournals.com>.
- Okechukwu, Q. N., Adepoju, F. O., Kanwugu, O. N., Adadi, P., Serrano-Aroca, Á., Uversky, V. N., & Okpala, C. O. R. (2024). Marine-Derived Bioactive Metabolites as a Potential Therapeutic Intervention in Managing Viral

- Diseases: Insights From the SARS-CoV-2 in Silico and Pre-Clinical Studies. *Pharmaceuticals*, 17(3), 328. <https://doi.org/10.3390/ph17030328>
- Okeke, E. S., Okagu, I. U., Chukwudozie, K. I., Ezike, T. C., & Ezeorba, T. P. C. (2024). Marine-Derived Bioactive Proteins and Peptides: A Review of Current Knowledge on Anticancer Potentials, Clinical Trials, and Future Prospects. *Natural Product Communications*, 19(3). <https://doi.org/10.1177/1934578x241239825>
- Olivera, B. M., Cruz, L. J., & McIntosh, J. M. (2000). *Marine natural products: A new wave of drugs?* *Marine Drugs*, 18(3), 145–159. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3210699/>
- O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. *Review on Antimicrobial Resistance*, London, UK.
- Open Journal System (AMN). (2024). *Kepentingan Nasional Indonesia dalam Meratifikasi Perjanjian Biodiversity Beyond National Jurisdiction (BBNJ)*.
- Oyamada, C., et al, 2008, A study on the UV-absorbing compounds of corals and their application as sunscreen agents. *Fisheries Science*, 74(1), 202-208.
- Pandey VK. Marine Pharmacology : A Promising Hand for New Drug Development Research and Reviews Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. *Res Rev J Pharmacogn Phytochem*. Published online 2016:54-59.
- Pandian, A., Rajinikanth, V., & Narayanan, M. (2025). Harnessing Marine Macroalgae for Bioplastic Materials Production: A Comprehensive Review. *Discover Materials*, 5, 172. <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00289-5>
- Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2020). Ten-year research update review: Antiviral activities from marine organisms. *Biomolecules*, 10(7), 1007. <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/7/1007>
- Pangestuti, R., & Kim, S.-K. (2011). *Marine bioactives and their application in the food industry: A review*. *Applied Sciences*, 13(21), 12088. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/21/12088>
- Pelay-Gimeno, M., Glas, A., Koch, O., & Grossmann, T. N. (2017). *Marine mollusk-derived agents with antiproliferative activity as promising anticancer agents to overcome chemotherapy resistance*. *Marine Drugs*, 15(8), 24305. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5484305/>

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2018 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku pada Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018).
- Pérez-López, P., González-García, S., & Feijoo, G. (2018). Environmental sustainability of algae biofuels. *Renewable Energy*, 129, 763–772.
- Petersen, L. E., Larsen, J., & Nielsen, H. (2019). Marine secondary metabolites: Structures and activities. *Natural Product Reports*, 36(1), 44–71.
- Plaza, A., et al. (2020). *Antiviral lead compounds from marine sponges*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/47380703_Antiviral_Lead_Compounds_from_Marine_Sponges
- PMC – PubMed Central. (2010). *What lies underneath: Conserving the oceans' genetic resources*. Retrieved from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2972965/>
- PMC. (2017). *Bioethical considerations of advancing the application of marine biotechnology and aquaculture*. NIH PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5532639/>
- PMC. (2024). *Ethical bioprospecting and microbial assessments for sustainable solutions to the AMR crisis*. NIH PubMed Central. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11668235/>
- Prasetyo, D. (2021). *Perlindungan hukum atas pengetahuan tradisional Indonesia terhadap praktek biopiracy dalam rezim hak kekayaan intelektual*. *Jurnal Gema Keadilan*, 8(2), 221–240. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/gk/article/download/9544/4878>
- Prism Sustainability Directory. (2024). *Future of marine bioprospecting ethical considerations scenario*. Retrieved from <https://prism.sustainability-directory.com/scenario/future-of-marine-bioprospecting-ethical-considerations/>
- PubMed Central (PMC). (2020). *Access and Benefit Sharing under the Nagoya Protocol—Quo Vadis? Six Latin American Case Studies Assessing Opportunities and Risk*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7294742/>

- Puspitasari, R. (2023). *Potensi dan tantangan blue economy dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia: Kajian literatur*. Semantic Scholar. <https://pdfs.semanticscholar.org/f7db/6d0f9a5e8a1e36f5f7b7dd4f7db980a53ecb.pdf>
- Rahim, M., Sari, N., & Abdullah, R. (2023). *The role of aquatic protein food sources and stunting children in coastal areas*. *Jurnal Stunting Pesisir dan Aplikasinya*, 3(1), 12–21. <https://myjurnal.poltekkes-kdi.ac.id/index.php/jspa/article/view/707>
- Rahman, A., Rehmani, R., Pirvu, D. G., Huang, S. M., Puri, S., & Arcos, M. (2024). Unlocking the Therapeutic Potential of Marine Collagen: A Scientific Exploration for Delaying Skin Aging. *Marine Drugs*, 22, 159.
- Rahman, M., Nur, F., & Abdullah, R. (2018). *Kandungan gizi dan karakterisasi senyawa bioaktif lintah laut (Discodoris sp.)*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(2), 89–97. <https://media.neliti.com/media/publications/291456-kandungan-gizi-dan-karakterisasi-senyawa-cbb5429b.pdf>
- Rawat, E., Sharma, S., Sharma, P., & Negar, Q. (2024). *Marine Metabolites Targeting Inflammatory and Autoimmune Diseases*. 265–304. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5878-8.ch009>
- Reddy, G. V. S., Bhargavi, K., Šuman, J., Nanda, C., Kantal, D., Vate, N. K., & Shanthanna, P. (2025). Exploring Marine Natural Products as Antiviral Agents, Advances and Emerging Opportunities. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 46(2), 55–65. <https://doi.org/10.56557/upjoz/2025/v46i24762>
- Research Features. (2021). *The Nagoya Protocol and Access and Benefit Sharing (ABS) Responsibilities for users of biological materials*. <https://researchfeatures.com/nagoya-protocol-access-benefit-sharing-abs-responsibilities-users-biological-materials/>
- ResearchGate. (2011). *Bioprospecting: Creating a value for biodiversity*. https://www.researchgate.net/publication/221918042_Bioprospecting_Creating_a_Value_for_Biodiversity
- ResearchGate. (2018). *The Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and Benefit Sharing: What is new and what are the implications for provider and user countries and the scientific community?*

https://www.researchgate.net/publication/235413222_The_Nagoya_Protocol_on_Access_to_Genetic_Resources_and_Benefit_Sharing_What_Is_New_and_What_Are_the_Implications_for_Provider_and_User_Countries_and_the_Scientific_Community

ResearchGate. (2022). *Role of traditional knowledge in marine bioprospecting*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/226876984_Role_of_traditional_knowledge_in_marine_bioprospecting

ResearchGate. (2023). *Marine bioprospecting: Understanding the activity and some challenges related to environmental protection, scientific research, ethics, and the law*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/369634822_Marine_Bioprospecting_Understanding_the_Activity_and_Some_Challenges_Related_to_Environmental_Protection_Scientific_Research_Ethics_and_the_Law

ResearchGate. (2023). *Marine bioprospecting: Understanding the activity and some challenges related to environmental protection, scientific research, ethics, and the law*.

https://www.researchgate.net/publication/369634822_Marine_Bioprospecting_Understanding_the_Activity_and_Some_Challenges_Related_to_Environmental_Protection_Scientific_Research_Ethics_and_the_Law

ResearchGate. (2024). *Marine natural products: Prospects and impacts on the sustainable development in Indonesia*. ResearchGate Publications.

https://www.researchgate.net/publication/228636221_Marine_Natural_Products_Prospects_and_Impacts_on_the_Sustainable_Development_in_Indonesia

Ribas-Taberner, M. del M. *et al.*, 2025. Potential Use of Marine Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Molecules*, 30(3), pp.1–23.

Riccio, G., Ruocco, N., Mutalipassi, M., Costantini, M., Zupo, V., Coppola, D., Pascale, D. d., & Lauritano, C. (2020). Ten-Year Research Update Review: Antiviral Activities From Marine Organisms. *Biomolecules*, 10(7), 1007.

<https://doi.org/10.3390/biom10071007>

- Rigogliuso, S., Campora, S., Notarbartolo, M., & Gherzi, G. (2023). Recovery of Bioactive Compounds from Marine Organisms: Focus on the Future Perspectives for Pharmacological, Biomedical and Regenerative Medicine Applications of Marine Collagen. *Molecules*, 28, 1152.
- Rinaudo, M, 2006, Chitin and chitosan properties and applications. *Progress in polymer science*, 31(7), 603-632.
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603-632.
- Rinehart, K. L. (2010). *Marine compounds and their antiviral activities*. NIH/PMC Central, 3(1), 45–59. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7132374/>
- Rodríguez-Macías, G., Briz, Ó., Cives-Losada, C., Chillón, C., Martínez-Laperche, C., Martínez-Arranz, I., Buño, I., González, M., Díez-Martín, J. L., Marín, J. J., & Macías, R. I. (2023). Role of Intracellular Drug Disposition in the Response of Acute Myeloid Leukemia to Cytarabine and Idarubicin Induction Chemotherapy. *Cancers*, 15(12), 3145. <https://doi.org/10.3390/cancers15123145>
- Rogliani, P., Cavalli, F., Chetta, A., Cazzola, M., & Calzetta, L. (2022). Potential Drawbacks of ICS/LABA/LAMA Triple Fixed-Dose Combination Therapy in the Treatment of Asthma: A Quantitative Synthesis of Safety Profile. *Journal of Asthma and Allergy, Volume 15*, 565–577. <https://doi.org/10.2147/jaa.s283489>
- Rotter, A., Barbier, M., Bertoni, F., Bones, A. M., Cancio, I., Carlsson, J.,... & Varela, M. (2021). The future of marine biotechnology: Emerging trends and priorities. *Frontiers in Marine Science*, 8, 660.
- Ru, R., Chen, G., Liang, X., Cao, X., Yuan, L., & Meng, M. (2023). Sea Cucumber Derived Triterpenoid Glycoside Frondoside A: A Potential Anti-Bladder Cancer Drug. *Nutrients*, 15, 378. <https://doi.org/10.3390/nu15020378>
- Saleh, H. A., Mitwasi, N., Ullrich, M., Kubeil, M., Toussaint, M., Deuther-Conrad, W., Neuber, C., Arndt, C., Loureiro, L. R., Kegler, A., Soto, K. E. G., Belter, B., Rössig, C., Pietzsch, J., Frenz, M., Bachmann, M., & Feldmann, A. (2023). Specific and Safe Targeting of Glioblastoma Using Switchable and Logic-Gated RevCAR T Cells. *Frontiers in Immunology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1166169>

- Sánchez, C., Gómez-SanJuan, A., Martín, M. J., & Reyes, F. (2020). *Marine-derived anticancer agents: Clinical benefits, innovative mechanisms, and new targets*. *Marine Drugs*, 18(9), 484.
<https://www.vliz.be/imisdocs/publications/343587.pdf>
- Sanctis, R. D., Jacobs, F., Benvenuti, C., Gaudio, M., Franceschini, R., Tancredi, R., Pedrazzoli, P., Santoro, A., & Zambelli, A. (2022). From Seaside to Bedside: Current Evidence and Future Perspectives in the Treatment of Breast Cancer Using Marine Compounds. *Frontiers in Pharmacology*, 13.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2022.909566>
- Sandhanam, K., & Thamaraikani, T. (2024). *Unlocking Oceanic Treasures From Marine Metabolites as Potential Therapeutics for Neurodegenerative Diseases*. 201–234. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5878-8.ch007>
- Sansone, C., Brunet, C., & Noonan, D. M. (2022). Mollusk mucus as immunomodulators. *Marine Drugs*, 20(4), 223.
- Santoso, H. (2020). *Investasi bidang infrastruktur kemaritiman melalui pola kemitraan pemerintah dan swasta (Public Private Partnership)*. Universitas Airlangga Repository.
https://repository.unair.ac.id/98960/2/35%20ok%20Buku_Investasi%20Bidang%20Infrastruktur%20Kemaritiman.pdf
- Sari, N., Lestari, H., & Putri, A. (2021). Sosialisasi konsumsi hasil laut sebagai pangan fungsional dalam usaha peningkatan sistem imunitas tubuh selama masa pandemi COVID-19. *Jurnal Abdidas*, 2(3), 176–182.
<https://journal.yrpiipku.com/index.php/ceej/article/download/195/137/1267>
- Schmid, D., *et al*, 2003, Mycosporin-like amino acids from marine sponges: a new class of natural sunscreens. *European Journal of Phycology*, 38(4), 393–402.
- Schmidt, R., Ulanova, D., Wick, L. Y., Bode, H. B., & Garbeva, P. (2019). Microbe-driven chemical ecology: past, present and future. *The ISME Journal*, 13(11), 2656–2663. <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0469-x>
- Science, Technology and Management Journal. (2023). *Pemanfaatan rumput laut sebagai pangan fungsional*. *Science, Technology and Management Journal*, 5(1), 11–20.
<https://unkartur.ac.id/journal/index.php/stmj/article/download/153/163>

- Scientific Research Publishing. (2019). *Bio-piracy on the high seas? Benefit sharing from marine genetic resource exploitation in areas beyond national jurisdiction*. Retrieved from <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=89595>
- Scripps Institution of Oceanography. (2022). *Deep sea anti-cancer drug discovered by Scripps scientists enters final phase of clinical trials*. University of California San Diego. <https://scripps.ucsd.edu/news/deep-sea-anti-cancer-drug-discovered-scripps-scientists-enters-final-phase-clinical-trials>
- Seminar Nasional Bioteknologi. (2023). *Strategi pengembangan produk bioteknologi kelautan Indonesia untuk kemandirian bahan baku obat*. Universitas Sumatera Utara. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/100078/Artikel%20Strategi%20Pengembangan%20Produk%20Bioteknologi%20Kelautan%20Indonesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serhan, C. N., Chiang, N., & Dalli, J. (2018). New pro-resolving n-3 mediators bridge resolution of infectious inflammation to tissue regeneration. *Molecular Aspects of Medicine*, 64, 1-17.
- Seyed, M., & Ayesha, K. (2023). *Marine-derived pipeline anticancer natural products*. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1), 223. <https://d-nb.info/1248587057/34>
- Shen, S., Chen, X., Shen, Z., & Chen, H. (2021). Marine Polysaccharides for Wound Dressings Application: An Overview. *Pharmaceutics*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13101666>
- Silva, T.H. *et al*, 2014, Marine origin collagens and it's potensial application, *Mar Drugs*, 12(12)
- Šimat, V. (2021). Marine bioactives for drug development. *Pharmaceutics*, 14(1), 45.
- Singh, R. (2005). *Bioprospecting ethics & benefits: A model for effective benefit-sharing*. *Science in Society*. <https://rcn.montana.edu/Publications/Pdf/2005/Bioprospecting%20Ethics%20and%20Benifit%20Sharing.pdf>
- Singh, S., Thakur, N. L., & Reddy, M. V. (2019). *Marine natural products: A source of novel anticancer drugs*. *Frontiers in Oncology*, 9, 6780632.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6780632/>

- Sivakrishnan S, Srinivasan N. *DRUGS FROM MARINE NATURAL PRODUCTS AND ITS PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES*. 2022;43(24):365-368.
doi:10.56557/UPJOZ/2022/v43i243333
- Sljivic, I., Fulford, A., Ho, J., Lazo-Langner, A., Xenocostas, A., & Deotare, U. (2023). Outpatient Consolidation Chemotherapy With Intermediate Dose Cytarabine Has Similar Survival and Relapses Rates in Acute Myeloid Leukemia as Compared to High Dose Cytarabine: A Single Center Analysis. *European Journal of Haematology*, 111(6), 888–894.
<https://doi.org/10.1111/ejh.14094>
- Srinivasan, R., Kannappan, A., & Rajendran, R. (2020). Marine natural products in clinical trials. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 552.
- Stonik, V. (2009). Marine natural products: Diversity and perspectives. *Marine Drugs*, 7(4), 543–558.
- Suleria, H. A. R., Masci, P., & Gobe, G. (2016). Marine bioactive compounds in chronic disease prevention. *Marine Drugs*, 14(5), 112.
- Suleria, H. A. R., Osborne, S., Masci, P., & Gobe, G. (2015). Marine bioactives for human health. *Nutrients*, 7(7), 4812–4828.
- Sun, K., Meesapyodsuk, D., & Qiu, X. (2024). Biosynthetic Mechanisms of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Microalgae. *Journal of Biological Chemistry*, 9, 300. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2024.107699>
- Sun, M. K., & Alkon, D. L. (2014). Bryostatin-1: pharmacology and therapeutic potential as a CNS drug. *CNS Drug Reviews*, 12(1), 1-8.
- Sun, M. K., & Alkon, D. L. (2020). *Anticancer activity of the marine-derived compound Bryostatin 1: Preclinical and clinical evaluation*. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(16), 7765.
<https://www.mdpi.com/1422-0067/26/16/7765>
- Sung, K., Hong, S. J., Rhee, M., Jeong, M., Kim, D., Lim, S., Park, K., Lee, J. B., Kim, S., Cho, J., Cho, G.-Y., Heo, J. H., Kim, S., Lee, H., Kim, W., Cho, D.-K., Park, S., Shin, J., Pyun, W. B., ... Jung, J. (2022). *Comparison of Efficacy and Safety Between Third-Dose Triple and Third-Dose Dual Antihypertensive Combination Therapies in Patients With Hypertension*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2228738/v1>

- Sung, K., Hong, S. J., Rhee, M., Jeong, M., Kim, D., Lim, S., Park, K., Lee, J. B., Kim, S., Cho, J., Cho, G., Heo, J. H., Kim, S., Lee, H., Kim, W., Cho, D., Park, S., Shin, J., Pyun, W. B., ... Jung, J. (2023). Comparison of Efficacy and Safety Between Third-dose Triple and Third-dose Dual Antihypertensive Combination Therapies in Patients With Hypertension. *Journal of Clinical Hypertension*, 25(5), 429–439. <https://doi.org/10.1111/jch.14656>
- Supanekar, S. P., Naik, M. S., & Sarwade, V. V. (2024). Marine Resources for Marine-Derived Drugs: A Review. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 45(5), 175–186. <https://doi.org/10.56557/upjz/2024/v45i53943>
- Suryaningrum, F., Erniati, & Rahman, A. (2019). Profil asam lemak dan potensi minyak ikan tropis sebagai sumber omega-3 alami. *Jurnal Sains Perikanan Indonesia*, 24(3), 105–113.
- Taylor & Francis Online. (2025). *The new regulatory framework under the BBNJ Agreement for marine genetic resources and the material exception to fishing and fishing-related activities*. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00908320.2025.2531163>
- Teixeira, L. M., Reis, C. P., & Pacheco, R. (2025). Marine-Derived Compounds Combined with Nanoparticles: A Focus on the Biomedical and Pharmaceutical Sector. *Marine Drugs*, 23(5), 1–35. <https://doi.org/10.3390/md23050207>
- Teng, Y.-F., Li, X., Wei, M., Wang, C., Gu, Y., & Shao, C. (2020). Recent Progresses in Marine Microbial-Derived Antiviral Natural Products. *Archives of Pharmacal Research*, 43(12), 1215–1229. <https://doi.org/10.1007/s12272-020-01286-3>
- Tennakoon, S., Pathirana, H., & De Silva, R. (2023). Marine biopolymers in 3D bioprinting. *Bioprinting*, 30, e00217.
- Terlau, H., & Olivera, B. M. (2004). Conus venoms: a rich source of novel ion channel-targeted peptides. *Physiological Reviews*, 84(1), 41-68.
- Thakur, N.L., & Muller, W.E.G, 2004, Biotechnological potential of marine sponges. *Current Science*, 86 (11), 1506-1512.

- Thornburg, C. C., Britt, J. R., Evans, J. R., Akee, R. K., Whitt, J. A., Trinh, S. K.,... & McPhail, K. L. (2020). NCI program for natural product discovery: A publicly-accessible library of natural product fractions for high-throughput screening. *ACS Chemical Biology*, 15(9), 2484-2497.
- Toulis V, Marfany G, Mirra S. 2025. Marine Derived Strategies Against Neurodegeneration. *Mar Drugs*. 2025 Jul 31;23(8):315.
doi: 10.3390/md23080315.PMID: 40863632
- Towle, M. J., Salvato, K. A., Budrow, J., Wels, B. F., Kuznetsov, G., Aalfs, K. K.,... & Littlefield, B. A. (2001). In vitro and in vivo anticancer activities of synthetic macrocyclic ketone analogues of halichondrin B. *Cancer Research*, 61(3), 1013-1021.
- Tranggono, R.I.S., Cetakan Kesatu, 2014, Buku Pegangan Dasar Kosmetologi, Jakarta, CV Sagung Seto
- Tseng, Y., Yang, R., Chiou, S., Shieh, T., Shih, Y.-H., & Lin, P. (2021). Curcumin Induces Apoptosis by Inhibiting BCAT1 Expression and mTOR Signaling in Cytarabine-resistant Myeloid Leukemia Cells. *Molecular Medicine Reports*, 24(2). <https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12204>
- Tumbelaka, B., & Rondonuwu, D. (2024). *Pengembangan konsep blue economy untuk meningkatkan daya saing sektor kelautan dan perikanan di Sulawesi Utara. Jurnal Permana*, 5(1), 88–102.
<https://permana.upstegal.ac.id/index.php/permana/article/download/949/437>
- UN.org. (2017). *Access and Benefit Sharing Regime for Marine Genetic Resources in Areas Beyond National Jurisdiction*.
https://www.un.org/depts/los/biodiversity/prepcom_files/rolling_comp/Jamaica-access_and_benefit_sharing.pdf
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2013 tentang Pengesahan *Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization*. (2013). Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan. (2014). Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.

- UNIMMA. (2023). *The Legal Lacunae of UNCLOS and CBD to The Access and Benefit Sharing of Marine Genetic Resources in The Area Beyond National Jurisdiction*. *Varia Justicia Journal*.
- Universitas Airlangga. (2020). *Kewajiban Disclosure of Origin untuk Permohonan Pendaftaran Paten yang Berasal dari Tanaman Lokal*. Repository Universitas Airlangga.
- Universitas Gadjah Mada. (2016). *Implementasi Prior Informed Consent (PIC) dan Access and Benefit Sharing System (ABS) dalam Upaya Optimalisasi Bioprospeksi Sumber Daya Genetik Kawasan Laut Indonesia*. *Jurnal Hukum UGM*.
- Universitas Gadjah Mada. (2024). *Identifikasi senyawa aktif spons Aaptos sp. menggunakan LC-HRMS asal perairan pulau Poddang-poddang serta uji potensinya sebagai antimalaria secara in-vitro dan in-silico* [Tesis]. Repository UGM. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/238792>
- Universitas ITS. (2023). *ITS teliti obat baru antikanker dan analgesik dari spons laut Indonesia*. *Kabar Dikti – Kemendikbudristek*.
<https://kemdiktisaintek.go.id/kabar-dikti/its-teliti-obat-baru-antikanker-dari-spons-laut-indonesia/>
- Vaiserman, A., Koliada, A., Zayachkivska, A., & Lushchak, O. (2020). *Nanodelivery of Natural Antioxidants: An Anti-Aging Perspective*. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00447>
- Varia Justicia UNIMMA. (2024). *The legal lacunae of UNCLOS and CBD to the access and benefit sharing of marine genetic resources in the area beyond national jurisdiction*. Retrieved from
<https://journal.unimma.ac.id/index.php/variajusticia/article/view/6989>
- Velardi, S. A., & Barresi, A. A. (2008). Development of simplified models for the freeze-drying process and investigation of the optimal operating conditions. *Chemical Engineering Research and Design*, 86(1), 9–22.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cherd.2007.10.007>
- Venkatesan, J., Bhatnagar, I., Manivasagan, P., Kang, K. H., & Kim, S. K. (2015). Alginate composites for bone tissue engineering: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, 269-281.

- Veríssimo, A. C. S., Pacheco, M., Silva, A. M. S., & Pinto, D. C. G. A. (2021). Secondary Metabolites From Marine Sources With Potential Use as Leads for Anticancer Applications. *Molecules*, 26(14), 4292. <https://doi.org/10.3390/molecules26144292>
- Visuddho, V., Halim, P., Helen, H., Muhar, A. M., Iqhrammullah, M., Mayulu, N., Surya, R., Tjandrawinata, R. R., Ribeiro, R. I. M. de A., Tallei, T. E., Taslim, N. A., Kim, B., Syahputra, R. A., & Nurkolis, F. (2024). Modulation of Apoptotic, Cell Cycle, DNA Repair, and Senescence Pathways by Marine Algae Peptides in Cancer Therapy. *Marine Drugs*, 22(8), 338. <https://doi.org/10.3390/md22080338>
- Vo, T. S., & Kim, S. K. (2012). Potential anti-inflammatory marine bioactives. *Marine Drugs*, 10(9), 2012–2032.
- Wang, E., Sorolla, M. A., Krishnan, P. D. G., & Sorolla, A. (2020). From Seabed to Bedside: A Review on Promising Marine Anticancer Compounds. *Biomolecules*, 10(2), 248. <https://doi.org/10.3390/biom10020248>
- Wang, H.M.D., Chen, C.C., & Huynh, P., & Chang, J.S., 2015, Exploring the potensial of using algae in cosmetics. *Bioresource Technology*, 184, 355-362.
- Wang, H.N. *et al.*, 2022. Natural bioactive compounds from marine fungi (2017–2020). *Journal of Asian Natural Products Research*, 24(3), pp.203–230. Available at: <https://doi.org/10.1080/10286020.2021.1947254>.
- Wang, S.-Y., Shih, Y.-H., Shieh, T., & Tseng, Y. (2021). Proteasome Inhibitors Interrupt the Activation of Non-Canonical NF- κ B Signaling Pathway and Induce Cell Apoptosis in Cytarabine-Resistant HL60 Cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1), 361. <https://doi.org/10.3390/ijms23010361>
- Wang, W., Wang, S. X., & Guan, H. S. (2020). The antiviral activities and mechanisms of marine polysaccharides: An overview. *Marine Drugs*, 18(1), 2.
- Wang, X., & Yan, W. (2018). Bioremediation of marine pollutants. *Applied Environmental Microbiology*, 84(6), e02530–17.
- Wang, Y., Chen, H., & Liu, J. (2021). Marine polymers for tissue engineering. *Progress in Polymer Science*, 120, 101–132.
- Wasitaatmadja, Sjarif M, Edisi Kedua, Cetakan Kedua, 2012, Dermatologi Kosmetik, Jakarta, FKUI

- White, K. M., Rosales, R., Yildiz, S., Kehrer, T., Miorin, L., Moreno, E.,... & García-Sastre, A. (2021). Plitidepsin has potent preclinical efficacy against SARS-CoV-2 by targeting the host protein eEF1A. *Science*, 371(6532), 926–931.
- Widodo, R., Santosa, H., & Lestari, P. (2023). *Peluang dan manfaat pangan fungsional dari laut untuk kesehatan masyarakat Indonesia*. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 12(4), 211–223.
<https://pdfs.semanticscholar.org/8da7/412e7a082d975037cc916248625840c126d4.pdf>
- Wijayanti, Diah Permata, 2017, Budidaya Karang, Malang, Intimedia.
- Wikipedia Bahasa Indonesia. (2024). *Protokol Nagoya*. Retrieved from
https://id.wikipedia.org/wiki/Protokol_Nagoya
- Wu, L., Ye, K., Jiang, S., & Zhou, G. (2021). Marine Power on Cancer: *Drugs*, Lead Compounds, and Mechanisms. *Marine Drugs*, 19(9), 488.
<https://doi.org/10.3390/md19090488>
- Wulandari, T., Nugroho, D., & Santoso, H. (2023). *Review: Komposisi gizi ikan terhadap kesehatan tubuh manusia*. *Jurnal Marinade UMRAH*, 5(2), 102–113.
<https://ojs.umrah.ac.id/index.php/marinade/article/download/3871/1549/15136>
- Xiang, J. (2015). Aquaculture biotechnology: Challenges and opportunities. *Aquaculture International*, 23(3), 679–693.
- Xu, N., Peng, X. L., Li, H. R., Liu, J. X., Cheng, J. S. Y., Qi, X. Y., Ye, S. J., Gong, H. L., Zhao, X. H., Yu, J., Xu, G., & Wei, D. X. (2021). Marine-Derived Collagen as Biomaterials for Human Health. *Frontiers in Nutrition*, 8, 702108.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2021.702108>
- Yan X, Duan W, Wang X. Clin.2025. Clinical marine biomedicine: An emerging area in clinical and translational medicine. *Transl Med*. 2025 Apr;15(4):e70303. doi: 10
- Yan, X., Zhao, Y., & Li, H. (2025). Marine bioactive compounds in pharmaceutical development. *Trends in Biotechnology*, 43(3), 213–227.
- Yang, S., *et al*, 2023, Sea cucumber phospholipids regulate cholesterol metabolism in high fat diet induced ApoE^{-/-} Mice, *The journal of nutrition*, 153(6), pp. 1762-1770.

- Yayasan Kehati. (2021). *Arah Pengembangan Bioprospecting di Indonesia (Policy Brief)*. <https://kehati.or.id/app/uploads/2021/02/Policy-Brief-Arah-Pengembangan-Bioprospecting-di-Indonesia.pdf>
- Yayasan Kehati. (2021). *Policy Brief: Arah Pengembangan Bioprospecting di Indonesia*. Jakarta.
- Youssef, D. T. A. (2020). Marine natural products: Past, present, and future. *Marine Drugs*, 18(8), 401.
- Yuan, Z., Nag, R., & Cummins, E. (2022). Human Health Concerns Regarding Microplastics in the Aquatic Environment-From Marine to Food Systems. *Science of the Total Environment*, 823, 153730. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153730>
- Zaborsky, O. R. (1999). *Marine biotechnology*. Springer.
- Zaporozhets, T. S., & Besednova, N. N. (2020). Biologically active compounds from marine organisms in the strategies for combating coronaviruses. *AIMS Microbiology*, 6(4), 470–494. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020028>
- Zhang, C., Seyedsayamdost, M. R., & Clardy, J. (2022). Genome mining approaches for discovering natural products. *Current Opinion in Biotechnology*, 76, 102733.
- Zhang, J., Li, H., & Xu, X. (2019). Marine-derived biomaterials in tissue repair. *Acta Biomaterialia*, 90, 49–65.
- Zhang, L., Sun, L., Wei, R., Gao, Q., He, T., Xu, M.,... & Xu, J. (2023). Identification of a novel analgesic conotoxin from marine snail *Conus characteristicus* Fischer. *Marine Drugs*, 21(1), 35.
- Zhang, L., Sun, X., & Zhang, Y. (2021). Marine microbial degradation of pollutants. *Science of the Total Environment*, 764, 142–151.
- Zhao, L., Li, T., Cong, B., Wang, B., Liu, K., & Liu, S. (2025). Marine Biodiversity Conservation Planning in the Indo-Pacific Convergence Zone Based on Ecological Spatial Analysis. *Biology*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/biology14060700>
- Zhao, L., Pangestuti, R., & Kim, S. K. (2024). *Marine-derived neuroprotective compounds: Molecular mechanisms and therapeutic potential*. *Marine Drugs*, 22(2), 145–157.

Zhou, Q., Hotta, K., Deng, Y., Yuan, R., Quan, S., & Chen, X. (2021). Advances in biosynthesis of natural products from marine microorganisms. *Microorganisms*, 9(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122551>

PROFIL PENULIS

Dr. Safrida, S.Pd., M.Si.



Penulis lahir di Aceh Besar pada Tanggal 5 Agustus 1980. Pendidikan yang diselesaikan antara lain tamat S1 Pendidikan Biologi Universitas Syiah Kuala tahun 2002. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 Biologi Institut Pertanian Bogor dan selesai pada tahun 2008. Tahun 2013 menyelesaikan pendidikan S3 Ilmu-ilmu Faal dan Khasiat Obat Institut Pertanian Bogor.

Memulai Karier tahun 2005 sebagai dosen tetap pada program studi Pendidikan Biologi Universitas Syiah Kuala, dan saat ini juga Koordinator Program Studi Magister pendidikan Biologi (MPBIO) FKIP Universitas Syiah Kuala. Alhamdulillah berperan aktif di berbagai kegiatan hibah penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat. Karya buku yang sudah dipublikasikan antara lain buku Aqidah dan Etika dalam Biologi, Buku Anatomi Fisiologi dan Manusia, Buku Potensi Antioksidan Tunjuk Langit Sebagai Antidiabetes, dan Buku Fisiologi Hewan sebagai salah satu buku yang lolos Buku ajar Nasional.

Dylan Tamalsir, M.Biomed.



Penulis lahir 30 Mei 1994 di Masohi, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Penulis merupakan alumni S1 Ilmu Keperawatan dari Universitas Klabat, Manado dan S2 Ilmu Biomedis dari Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Penulis saat ini berprofesi sebagai dosen tetap di Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura, yang mencintai Ilmu Biomedis khususnya Biomolekuler. Penulis dapat dihubungi

melalui akun e-mail: tamalsird@gmail.com

Shofia Nur Inayah, M.Biomed.



Penulis lahir di Lumajang tanggal 30 Maret 1999. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sains Biomedis, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura dan Program Studi Ilmu Komunikasi Universitas Terbuka. Pendidikan S2 dilanjutkan pada Magister Ilmu Biomedik, FK-KMK, Universitas Gadjah Mada. Konsentrasi bidang yang ditekuni penulis adalah biokimia medis. Selain aktif bekerja, penulis juga menekuni bidang tulis menulis. Penulis juga aktif menjadi pembicara dan bergabung dengan komunitas sosial khususnya di Kota Ambon. Penulis dapat dihubungi melalui email: shofia.inayah@lecturer.unpatti.ac.id

Juen Carla Warella, S.Pd., M.Si.



Penulis lahir di Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku 07 Januari 1995. Penulis mendapatkan gelar S1 dari prodi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura. Kemudian penulis melanjutkan studi S2 pada Prodi Ilmu Kedokteran Dasar, Universitas Airlangga dengan konsentrasi bidang ilmu Mikrobiologi Kedokteran dan lulus pada tahun 2020. Karier penulis sebagai seorang dosen pada Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura dimulai pada tahun 2022 dan sampai sekarang. Penulis memiliki kepakaran dibidang Mikrobiologi. Hal ini tentunya mendukung karier penulis yang aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat serta aktif untuk melakukan publikasi hasil penelitian pada bidang Mikrobiologi. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: juen.warella@lecturer.unpatti.ac.id

Presli Glovrig Siahaya, M.Sc.



Penulis merupakan dosen di Departemen Biomedik, dengan peminatan farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura. Berbekal ilmu yang penulis dapatkan pada program magister ilmu kedokteran dasar dan biomedik, dengan minat utama farmakologi, di Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat Keperawatan (FK-KMK), Universitas Gadjah Mada (UGM). Penulis dapat mengabdikan diri untuk Indonesia melalui penulisan dan karya yang dihasilkan. Sebagai seorang dosen penulis terus melakukan pengajaran, penelitian dan pengabdian masyarakat. Fokus penelitian penulis saat ini, tentunya berkaitan dengan bidang biomedik, khususnya farmakologi. Penulis aktif melakukan penelitian yang didanai oleh perguruan tinggi dan Kementerian Pendidikan, Riset dan Teknologi, serta Penulis aktif menulis buku, jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi. Penulis juga aktif dalam penelitian Nasional yaitu Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 dan Penelitian *Internasional Bersama Bruyère Research Institute*, Kanada, serta terlibat aktif dalam beberapa *International Conference*.

dr. Francisca Diana Alexandra, M.Sc.



Penulis dilahirkan di Banjarmasin, 2 November. Pendidikan Dasar dan Menengah diselesaikan di tempat kelahirannya. Setelah tamat dari SMU Negeri 5 Palangka Raya, meneruskan ke Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat pada tahun 1999 dan lulus dokter tahun 2006. Penulis menyelesaikan pendidikan S2 dari Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedis Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada dengan minat utama Farmakologi di tahun 2012. Meniti karier akademik sebagai PNS di Fakultas Kedokteran Universitas Palangka Raya sejak tahun 2008 sebagai staf pengajar Ilmu Farmakologi Kedokteran. Dalam kesehariannya penulis mengampu mata kuliah dan praktikum yang banyak berhubungan dengan Farmakologi Kedokteran. Selain itu, juga aktif terlibat dalam penelitian terutama dalam bidang herbal yang berkaitan dengan penyakit Diabetes Mellitus. Penulis juga aktif menulis artikel ilmiah yang telah dipublikasikan dalam jurnal internasional

bereputasi maupun jurnal nasional terakreditasi. Sebelum menjadi staf pengajar di Fakultas Kedokteran Universitas Palangka Raya, pernah bekerja sebagai dokter PTT Puskesmas di Kecamatan Tasik Payawan, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah selama 1 tahun (2006-2007). Untuk dapat menghubungi atau berinteraksi dengan penulis secara langsung dapat mengirimkan email ke francisca.alexandra07@gmail.com

Yustitio Nora Veronica, S.ST., M.Keb., AIFO.



Penulis bernama lengkap Yustitio Nora Veronica, atau akrab disapa Nora, adalah seorang pendidik, peneliti, dan pegiat kesehatan masyarakat. Sejak tahun 2021, ia mengabdikan diri sebagai dosen kebidanan di Poltekkes Kemenkes Sorong. Perjalanan akademiknya dimulai dari Universitas Respati Yogyakarta (S1 Kebidanan, 2012), lalu berlanjut ke Universitas Padjadjaran (Magister Kebidanan, 2019). Kecintaannya pada dunia kesehatan ibu dan anak membawanya aktif meneliti isu-isu penting seperti *stunting*, ASI, serta edukasi kesehatan bagi ibu hamil. Ia tidak hanya berkarya dalam publikasi ilmiah, tetapi juga terjun langsung ke lapangan, mendampingi masyarakat di daerah terpencil Papua Barat melalui program penyuluhan, pemberdayaan, dan pelatihan kesehatan. Kini, Nora tengah mempersiapkan langkah berikutnya: melanjutkan studi doktoral di bidang *Health Policy* di Amerika Serikat. Visi besarnya adalah berkontribusi dalam perumusan kebijakan kesehatan global, dengan fokus pada peningkatan gizi, kesehatan ibu-anak, serta pembangunan kesehatan yang inklusif dan berkelanjutan.

dr. Marice Marta Toamain, S.Ked., C.PC., C.NS.



Penulis lahir di Ambon, pada tanggal 8 Agustus 1992. Penulis menamatkan pendidikan S1 Kedokteran (S.Ked) pada tahun 2015 dan Profesi Dokter (dr) di Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Ambon pada tahun 2017. Pada tahun 2023, penulis memperoleh gelar *non* akademik *Certified Public Communicator* (C.PC) dan *Certified Negotiator Skill* (C.NS) dari PT. *Education Inspiratori Indonesia* dalam pelatihan berbasis *Neurolinguistic Programming* (NLP)

dari *The National Federation of Neurolinguistic Programming* (NFNLP) U.S.A. Tahun 2019 Penulis mengabdikan diri sebagai Dokter PTT di Puskesmas Sera Kecamatan Pulau Lakor Kabupaten Maluku Barat Daya. Pada tahun 2020 Penulis lulus menjadi Dokter PNS yang sehari-hari bekerja di Puskesmas Letoda Kabupaten Maluku Barat Daya sampai saat ini. Selain aktif sebagai tenaga medis, penulis juga berkarya dalam dunia literasi, dibuktikan dengan publikasi bukunya, "Lingkungan Sehat Masyarakat Bersih" (Penerbit Akar Pandan Publishing, Yogyakarta, Maret 2024).

dr. Shintasari Rachmawati, M.H.Kes., AIFO-K.



Penulis adalah staf pegawai dan PJ di UPTD Labkesda Dinas Kesehatan Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Perempuan kelahiran Jombang, 05 Juni 1978 ini mengawali jenjang sarjana di Fakultas Kedokteran Umum Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (1997). Kemudian melanjutkan jenjang magister hukum kesehatan di Universitas Islam Bandung, Jawa Barat (2011).

Dr. Debby D. Moniharapon, S.P., M.Si.



Penulis lahir di Ambon pada 28 September 1969. Setelah lulus dari SMA Negeri 2 Ambon, penulis melanjutkan studi pendidikan strata satu pada Fakultas Pertanian Ambon pada tahun 1994, kemudian menyelesaikan strata dua pada Fakultas Pertanian Bogor pada tahun 2000, dan menempuh studi strata tiga (S3) di Universitas Pattimura, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Penulis merupakan Dosen tetap Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Ambon. Beberapa penelitian yang dilakukan penulis adalah Diferensiasi Leukosit Pada Tikus (*Rattus rattus*) Yang Terinfeksi Ektoparasit di Lingkungan Kampus Poka Universitas Pattimura Ambon, Tungau Ektoparasit Pada Kadal Kebun (*Eutropis multifasdata*) di Daerah Kampus dan Identifikasi Ektoparasit Jenis Ayam Broiler (*Gallus gallus domesticus*) di Negeri Waai Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah Poka Universitas Pattimura Ambon. Beberapa buku yang telah

diterbitkan/dipublikasikan yaitu (1) Buku Pengendalian Serangga Ektoparasit (Penerbit CV. Haura Utama, Sukabumi, Agustus 2023), dan (2) Buku Herbal Pengendali Nyamuk (Penerbit Widina Media Utama, Bandung, Oktober 2023), Penulis bisa di hubungi melalui email: debbydjola10@gmail.com

Dr. Adrien Jems Akiles Unitly, S.Si., M.Si., AIFO.



Penulis lahir di Ouw (Maluku Tengah), 30 Maret 1981. Penulis menempuh studi S1 pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado dan meraih gelar Sarjana Sains (S.Si) pada tahun 2005. Penulis melanjutkan pendidikan Magister pada Program Studi Biologi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dan meraih gelar Magister Sains (M.Si) pada tahun 2008, dan kemudian melanjutkan pendidikan Doktor pada Program Studi Ilmu-ilmu Faal dan Khasiat Obat Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor dan meraih gelar Doktor (Dr) pada tahun 2013. Pada tahun 2019, penulis meraih gelar profesi Ahli Ilmu Faal Olahraga (AIFO) dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) dan Lembaga Sertifikasi Profesi AIFO. Penulis merupakan Dosen tetap Program Studi Sains Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Ambon. Penulis banyak aktif dalam kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Selain aktif mengajar, terlibat dalam penelitian-penelitian etnomedisin dari tahun 2014 hingga saat ini. Beberapa buku yang telah dipublikasikan yaitu (1) Buku Etnomedisin Tumbuhan Obat Maluku (Penerbit CV. Haura Utama, Sukabumi, Juli 2023), (2) Buku Herbal Pengendali Nyamuk (Penerbit Widina Media Utama, Bandung, Oktober 2023), (3) Buku Sasi Sebagai Budaya Konservasi (Penerbit Widina Media Utama, Bandung, November 2023), (4) Buku Alam dan Perkembangannya (Penerbit Tohar Media, Gowa, Januari 2024), (5) Buku Lingkungan Sehat Masyarakat Bersih (Penerbit Akar Pandan Publishing, Yogyakarta, Maret 2024), dan (6) Buku Etnomedisin Biota Laut (Penerbit Tohar Media, Gowa, Juli 2024), (7) Buku Gizi Dalam Kesehatan Reproduksi (Penerbit PT. Penerbit Qriset Indonesia, Banjarnegara, April 2025) dan (8) Buku Manajemen Kesehatan Reproduksi (Penerbit CV. Mega Press Nusantara, Sumedang, Juli 2025). Penulis aktif sebagai Ketua Ikatan Ahli Ilmu Faal

Indonesia (IAIFI) Daerah Maluku, Periode 2022-2026, sebagai Kepala Laboratorium Zoologi FMIPA Universitas Pattimura tahun 2016 hingga saat ini, Pengurus Pusat Studi Rempah dan Obat Universitas Pattimura Periode 2024-2028. Saat ini, penulis sedang menjabat Wakil Ketua Umum Dewan Pimpinan Pusat (DPP) Forum Komunikasi Dosen (FKD) Indonesia periode 2023-2028.

Julia Putiray, S.E., M.H., C.ME., C.PC.



Penulis lahir di Ambon, 9 Juli 1980. Setelah Lulus SMA Negeri 1 Ambon, penulis melanjutkan studi S1 pada program studi ekonomi akuntansi, Universitas Surakarta dan mendapat gelar Sarjana Ekonomi (S.E), Pendidikan S2 penulis di Program Pasca Sarjana Ilmu Hukum, Universitas Pattimura pada tahun 2015 dan meraih gelar Magister Hukum (M.H). Pada tahun 2023, penulis memperoleh gelar *non akademik Certified Motivator Education (C.ME)* dan *Certified Public Communicator (C.PC)* dari *PT. Education Inspiratori Indonesia* dalam Pelatihan Berbasis *Neurolinguistic Programming (NLP)* dari *The National Federation of Neurolinguistic Programming (NFNLP)* U.S.A. Penulis adalah PNS di Badan Karantina Indonesia sejak tahun 2011 serta merupakan Ketua kelas Inspirasi Ternate di Maluku Utara.

Dr. Theopilus Wilhelmus Watuguly, M.Kes.



Penulis adalah salah satu *staff* dosen Program Studi Sains Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura, Ambon, dilahirkan di Waturu, Kabupaten Kepulauan Tanimbar (KKT) pada tanggal 29 November 1976. Lulus dari Prodi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (PMIPA) Universitas Pattimura tahun 2000. Pada tahun 2003, lulus dan memperoleh gelar M.Kes dalam bidang Ilmu Kedokteran Dasar konsentrasi Biologi Kedokteran/Biomedik dari Universitas Airlangga Surabaya. Kemudian pada tahun 2022, memperoleh gelar Dr dalam bidang Ilmu Kedokteran–Ilmu Biomedik dari Universitas Diponegoro Semarang. Karier mengajar dimulai sejak tahun 1999 sebagai asisten dosen pada mata kuliah Anatomi dan Fisiologi Manusia, kemudian diangkat sebagai dosen CPNS

tahun 2003 sampai dengan saat ini. Beberapa mata kuliah yang diajarkan antara lain Biologi Sel (S1), Biologi Molekuler (S1), Biokimia (S1), Biomedik I dan II (S1), Bioinformatika (S2), Biologi Sel dan Molekuler (S2). Selain artikel, makalah dan jurnal ilmiah yang dipublikasikan, beberapa buku yang telah dihasilkan dan dipublikasikan antara lain (1) Aspek Dasar Molekuler: Proliferasi dan Apoptosis (Penerbit Alfabeta Bandung, Maret 2018); (2) Pengantar Molekuler Kanker Paru: Konsep Asal dan Penanda, Genetika, Pathogenesis, Angiogenesis serta Apoptosis (Penerbit Alfabeta Bandung, September 2019); (3) Bioteknologi: Teori dan Aplikasi: Antibodi Monoklonal (Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung, Mei 2021); (4) Dasar-dasar Mikrobiologi dan Penerapannya: Bioenergetika (Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung, September 2021); (5) Pengantar Biologi Molekuler (Penerbit Deepublish Yogyakarta, Oktober 2023).

Dr. dr. Marliyati Sanaky, M.Si.



Penulis merupakan dosen tetap pada Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura, Ambon. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana kedokteran di Universitas Muslim Indonesia (UMI) pada tahun 2006, kemudian melanjutkan studi magister di bidang Anatomi dan Histologi di Universitas Airlangga (UA) dan memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) pada tahun 2016. Gelar doktor diraih dari Universitas Hasanuddin (UH) dalam bidang Biomolekuler pada tahun 2023 dengan disertasi yang berfokus pada *pengaruh pemberian minuman sopi mayang terhadap jumlah spermatozoid, ekspresi mRNA enzim cytochrome P450 CYP2E1, dan kadar protein cytochrome CYP2E1 pada tikus putih (Rattus norvegicus) jantan*. Sebagai akademisi dan peneliti, penulis aktif dalam berbagai kegiatan penelitian dan publikasi ilmiah, terutama yang berkaitan dengan bidang biomedik, anatomi, fisiologi, dan toksikologi molekuler. Beberapa karya penelitian penulis dalam lima tahun terakhir mencakup topik-topik seperti pengaruh sopi mayang terhadap sistem reproduksi tikus putih, fungsi kognitif pada lansia, hingga faktor-faktor penerimaan obat pencegahan filariasis di masyarakat. Penulis juga terlibat aktif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam bidang kesehatan masyarakat di wilayah Seram Bagian Timur dan sekitarnya. Selain kegiatan akademik, penulis secara

aktif berpartisipasi dalam berbagai forum ilmiah nasional dan internasional, termasuk *The 1st International Conference on Health and Medicine* serta beberapa seminar daring yang diselenggarakan oleh lembaga kesehatan dan institusi pendidikan tinggi. Dalam bidang organisasi profesi, penulis merupakan anggota dan pengurus di beberapa organisasi ilmiah dan profesi, antara lain Ikatan Dokter Indonesia (IDI) Kota Ambon dan Wilayah Maluku, Perhimpunan Ahli Anatomi Indonesia, serta Ikatan Fisiologi Indonesia. Sebagai penulis dan akademisi, penulis juga telah menerbitkan karya ilmiah berupa buku referensi berjudul *"Sopi Mayang dan Sel Sertoli"* (2023) yang diterbitkan oleh Mafy Media. Karya tersebut memperlihatkan kepedulian penulis terhadap riset biomedis berbasis potensi lokal Maluku, sekaligus kontribusinya dalam memperkaya khazanah ilmu biomedik Indonesia.

Buku “Biomedik Laut” merupakan karya ilmiah yang membahas secara komprehensif potensi, prinsip, dan aplikasi sumber daya laut dalam bidang biomedis. Disusun oleh tim penulis lintas disiplin, buku ini menghadirkan sintesis antara ilmu biologi kelautan, kedokteran, bioteknologi, dan farmasi modern untuk memperkenalkan biomedik laut sebagai disiplin ilmu baru yang berorientasi pada pengembangan kesehatan manusia melalui pemanfaatan biodiversitas laut secara berkelanjutan.

Isi buku ini menguraikan perkembangan konseptual dan historis biomedik laut, mulai dari fase awal bioprospeksi senyawa aktif hingga integrasi teknologi bioinformatika dan biologi molekuler dalam riset modern. Setiap bab disusun dengan pendekatan ilmiah yang sistematis, mencakup tema-tema utama seperti sumber daya hayati laut sebagai reservoir senyawa bioaktif, biomaterial laut dalam aplikasi medis dan bioteknologi, serta kontribusi ekosistem laut sebagai bank molekul terapeutik bagi pengembangan terapi inovatif.

Buku ini tidak hanya memaparkan aspek teoretis, tetapi juga menyoroti urgensi etika ilmiah dan keberlanjutan lingkungan dalam pemanfaatan sumber daya laut untuk kepentingan biomedis. Pendekatan holistik yang ditawarkan menghubungkan dimensi ekologis, sosial, dan ilmiah secara terpadu, sekaligus mengajak pembaca untuk memahami laut sebagai sistem kehidupan yang menyimpan solusi bagi tantangan kesehatan global di masa depan.

Secara keseluruhan, “Biomedik Laut” hadir sebagai referensi ilmiah yang relevan bagi akademisi, peneliti, dan mahasiswa di bidang kesehatan, bioteknologi, maupun ilmu kelautan. Buku ini menjadi pijakan penting dalam membangun kerangka berpikir transdisipliner yang menempatkan laut bukan semata sebagai sumber daya alam, melainkan sebagai fondasi pengetahuan biomedis yang strategis dan visioner bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan manusia.



SCANME

www.penerbitwidina.com
[@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)
[penerbit widina](https://www.facebook.com/penerbitwidina)
penerbitwidina@gmail.com
[widina store](#)
[widina bookstore](#)

Layanan Pembaca & Penjualan Buku
0815-7000-699

Pertanian

ISBN 978-634-246-449-6



9

786342

464496