



Bioteknologi Laut dan Ekonomi Biru

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by
the European Union

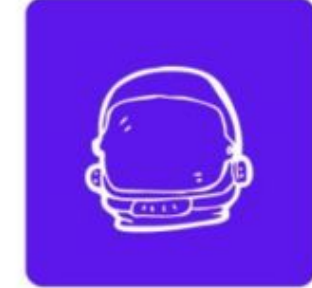


MITRA PROYEK

Malaysia



Indonesia



Greece



Cyprus



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Daftar Isi

01

Pendahuluan

02

Peran bioteknologi laut dalam meningkatkan sektor ekonomi biru

03

Aplikasi sumber daya laut di luar pangan

04

Contoh kasus

05

Diskusi singkat

06

Kesimpulan

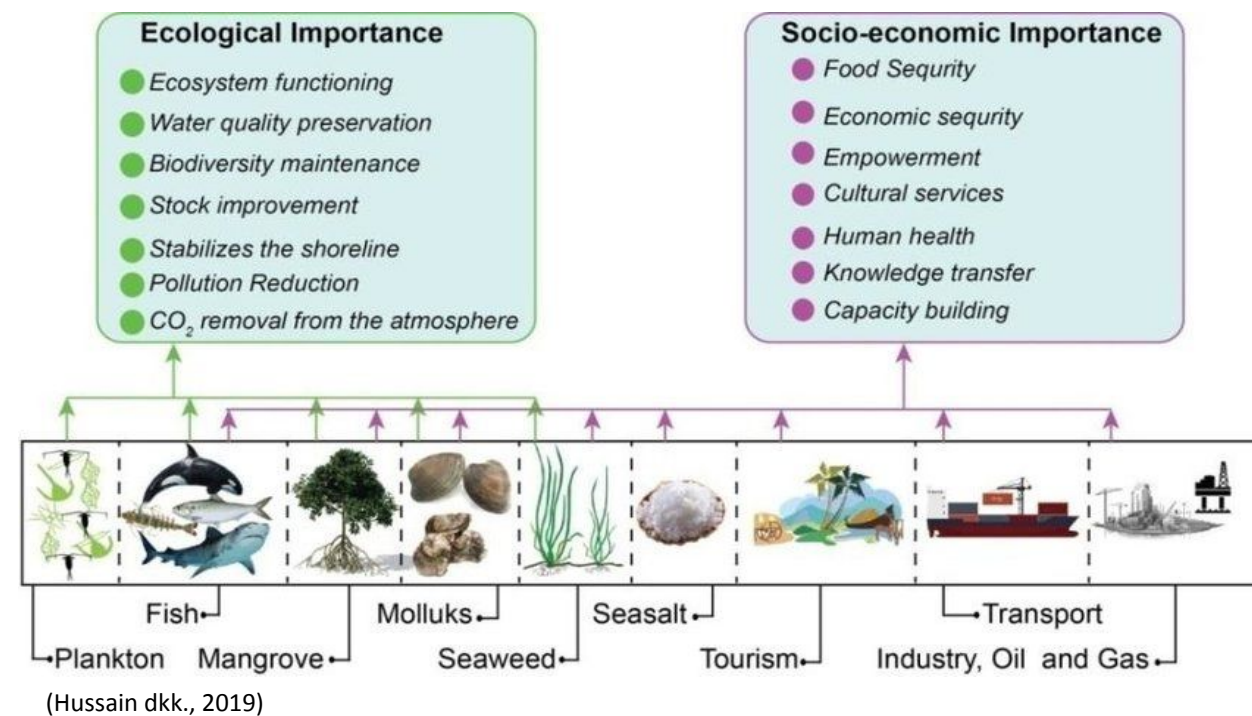
07

Daftar Pustaka – Bacaan Tambahan



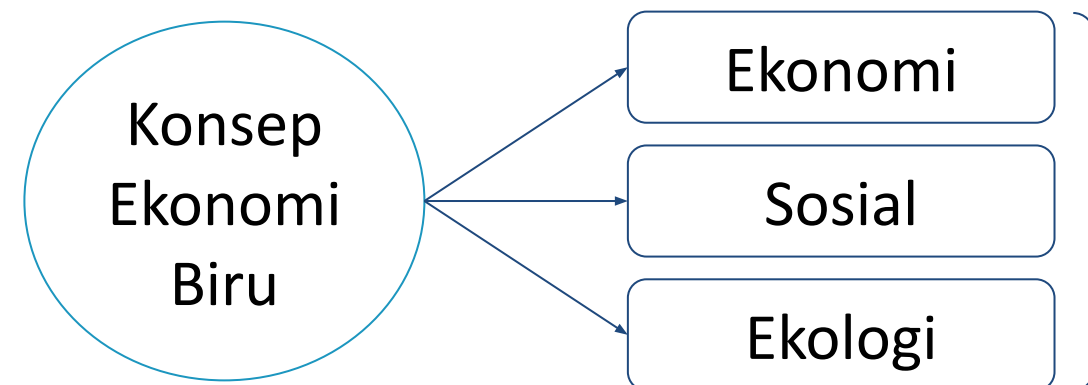
Pendahuluan

Kemajuan teknologi dalam bioteknologi laut telah memperluas bioprospeksi organisme laut. Namun, perkembangan ini juga disertai dengan eksploitasi sumber daya laut, yang pada gilirannya merusak ekosistem laut (Zhong, 2019; Cristina, 2022).



(Ambari, 2019; Chias 2019; Deep Ocean Education)

Diperlukan solusi berkelanjutan dalam pemanfaatan sumber daya laut yang sekaligus dapat meningkatkan kesejahteraan manusia dan menjaga keseimbangan ekologi (Okafor-Yarwood et al., 2020).

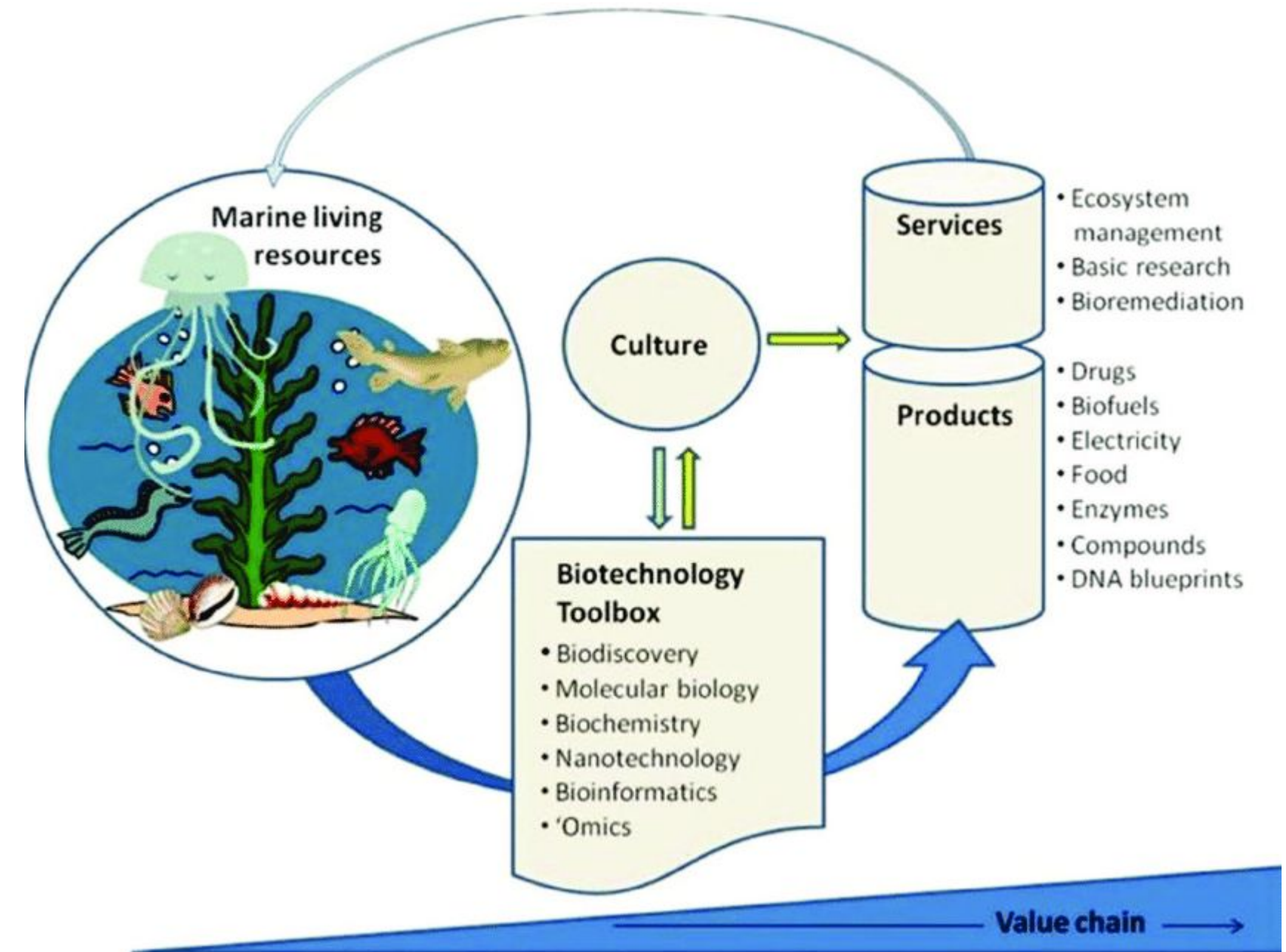


Memanfaatkan sumber daya laut dengan cara yang berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi berkelanjutan sekaligus menjaga kesehatan laut (Hussain et al., 2019).

Peran Bioteknologi Kelautan dalam Meningkatkan Sektor Ekonomi Biru

Bioteknologi Kelautan

- Pemanfaatan konsep teknis dan ilmiah untuk mengolah material dengan menggunakan organisme biologis laut guna menghasilkan komoditas dan layanan (Zilinskas et al., 1995).
- **Aplikasi:** kesehatan, pangan, kosmetik, akuakultur & pertanian, perikanan, manufaktur, remediasi lingkungan, biofilm dan korosi, biomaterial, alat penelitian, dll. (Cristina, 2022).
- **Teknik:** bioproses, bioharvesting, bioprospeksi, bioremediasi, penggunaan bioreaktor, dll. (Cristina, 2022).



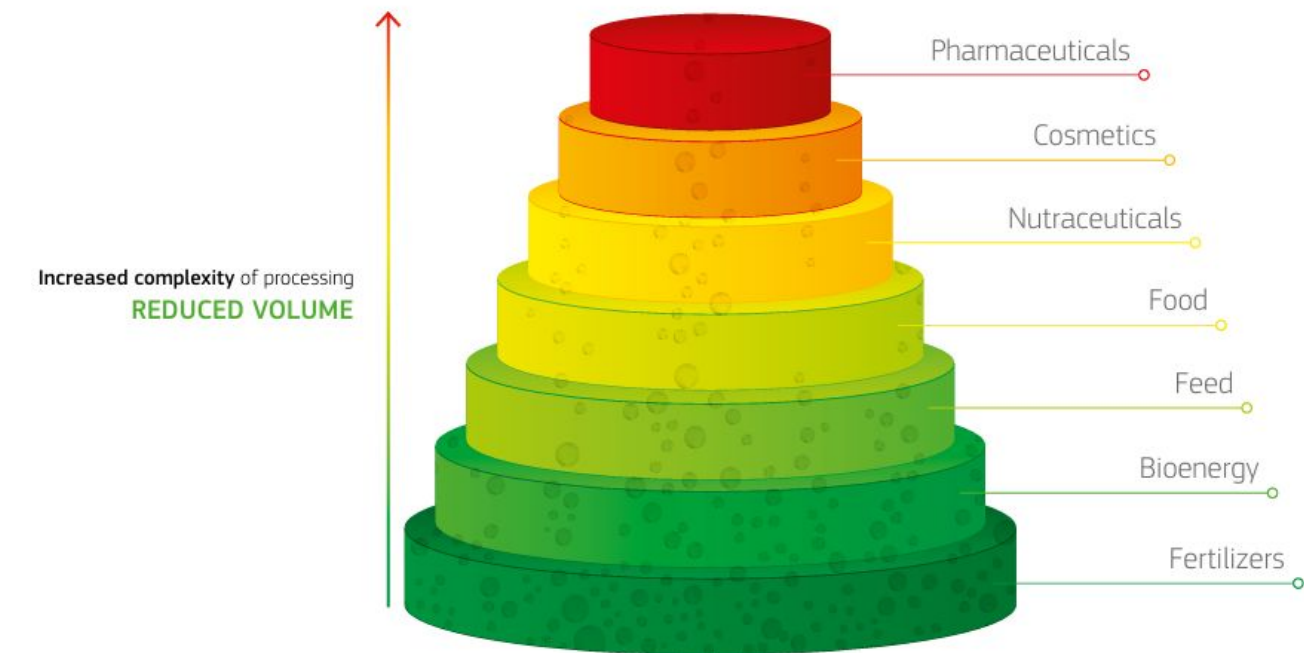
(OECD, 2013)



Peran Bioteknologi Kelautan dalam Meningkatkan Sektor Ekonomi Biru

Ekonomi Biru

Ekonomi laut yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan keadilan sosial, sekaligus secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologi (Bari, 2017).

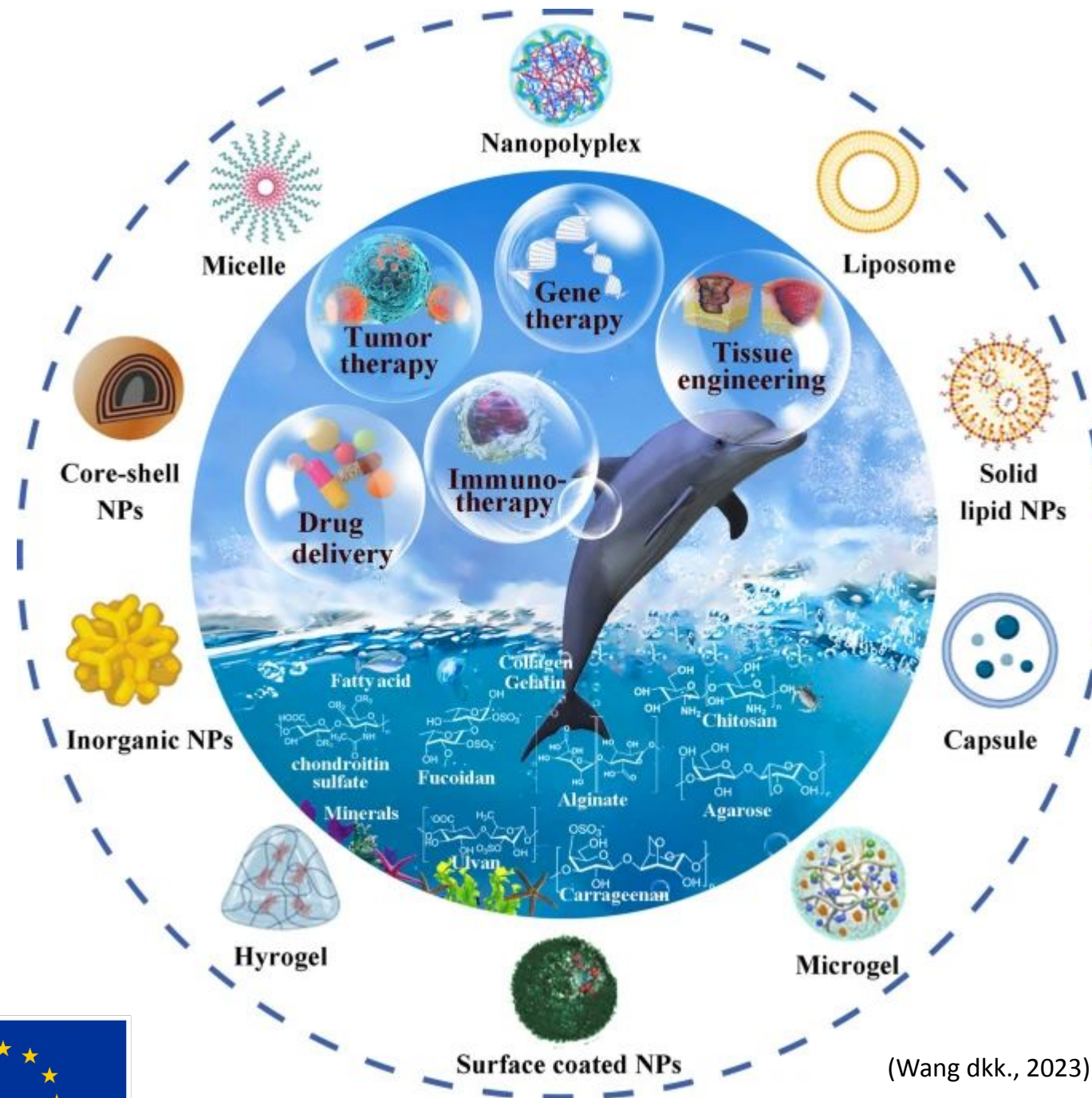


Products	Time to market (Years)	Cost of development	Resource availability	Need for documentation	Potential market value	Skills and competencies
Pharmaceuticals	10 – 15+	Very high	Limited	Very high	Very high	Extensive medical and market
Cosmetics	3 – 5 +	Low to high	Fair	Medium	High	Toxicology, effects
Nutraceuticals	3 – 5 +	Medium to high	Fair	Medium to high	High	Nutrition and medicine
Food	2 – 5 +	Low to medium	Good	Medium	Medium to high	Nutrition, food science
Feed	2 – 5 +	Low to medium	Very good	Medium	Medium to high	Nutrition, animal science
Bioenergy	2 – 5 +	Low to medium	Very good	Low to medium	Moderate	Energy
Fertilizers	1 – 2	Low	Very good	Low to medium	Moderate	Agriculture, agronomy etc

(OECD, 2013)



Aplikasi Sumber Daya Laut di Luar Pangan: Biomaterial



- Karakteristik lingkungan yang unik dari ekosistem laut menyebabkan struktur, komposisi, dan aktivitas biologis polisakarida pada organisme laut berbeda dengan organisme darat.
- Bahan-bahan ini terutama berperan dalam bidang biomedis dengan menawarkan efek antitumor, antibakteri, antioksidan, anti-inflamasi, imunomodulator, dan kardioprotektif.
- Selain itu, polisakarida laut juga berkontribusi dalam meningkatkan migrasi sel, interaksi sel-matriks, dan regenerasi jaringan.

(Wang et al., 2023)



Aplikasi Sumber Daya Laut di Luar Pangan: Biomaterial

Jenis biomaterial, struktur kimia, sumber, dan aplikasinya (Zhang et al., 2022)

Tipe	Struktur Kimia	Sumber	Kegunaan
Chitin dan chitosan	Polisakarida (β -1,4-glukosamin)	Eksoskeleton krustasea (udang dan kepiting), jamur laut, alga, dan tumbuhan tingkat rendah	Anti-inflamasi, hemostatik, regenerasi jaringan, bahan pengantar obat, antikanker
Alginat	Polisakarida (mannuronat & guluronat)	Alga cokelat (rumput laut, sargassum) dan beberapa bakteri laut (<i>Azotobacter</i> , <i>Pseudomonas</i>)	Gel jaringan, pembawa obat, kerangka untuk rekayasa jaringan
Karrageenan	Polisakarida sulfat (galaktosa)	Alga merah (<i>Eucheuma</i> , <i>Hypnea</i> , and <i>Chondrus</i>)	Antivirus (termasuk SARS-CoV-2), antibakteri, bahan pengantar obat
Fukoidan	Polisakarida sulfat kompleks (fukosa)	Alga cokelat (Fucales: <i>Fucus</i> , <i>Laminaria</i>) and marine invertebrates (sea cucumber, sea urchin)	Antitumor, imunomodulator, antikoagulan, antivirus
Ulvan	Polisakarida sulfat	Alga hijau (<i>Ulva</i> spp.)	Antikoagulan, imunomodulator, antioksidan, anti-inflamasi



Aplikasi Sumber Daya Laut di Luar Pangan: Biomaterial

(continues)

Tipe	Struktur Kimia	Sumber	Kegunaan
Laminarin	β -glucan	Alga merah (<i>Laminaria</i> , <i>Saccharina</i>)	Antitumor, antioksidan, anti-inflamasi, prebiotik
Asam Hialuronat (HA)	Glycosaminoglican (GlcA & GlcNAc)	Jaringan ikat hewan laut (kulit, kepala, atau sisik ikan)	Pelumas jaringan, anti-inflamasi, matriks ekstraseluler
Kondroitin Sulfat (CS)	Glycosaminoglican (GlcA & GalNAc)	Kartilago, mata, hati, dan sisik ikan	Regenerasi kartilago, anti-inflamasi, imunomodulator
Kolagen	Protein fibriler (kolagen heliks-tiga)	Ikan (kulit, sirip, kartilago), spons laut, ubur-ubur, teripang	Kerangka jaringan, perban luka, kapsul obat, rekayasa jaringan

Pemanfaatan Sumber Daya Laut di Luar Makanan: Kosmetik

Pemanfaatan sumber daya laut menjadi produk sekunder seperti kosmetik mendukung SDG 14 dengan menciptakan praktik yang berkelanjutan (kebijakan nol limbah) (Siahaan et al., 2022).



- Kosmetik adalah zat atau campuran yang digunakan pada bagian luar tubuh, gigi, atau selaput lendir rongga mulut untuk membersihkan dan merawat tubuh. Produk kosmetik yang terbuat dari bahan alami mengandung berbagai senyawa kimia yang meningkatkan spesifisitas dan efisiensi fungsionalnya (Fonseca dkk., 2023).
- Sumber daya laut yang digunakan sebagai bahan kosmetik memiliki potensi sebagai antioksidan, memberikan efek anti-penuaan, serta membantu mencegah kerutan dan jerawat (Rotter dkk., 2024).

Pemanfaatan Sumber Daya Laut di Luar Makanan: Kosmetik

Jenis Kosmetik yang Terbuat dari Sumber Daya Laut(Rotter dkk., 2024)

Tipe	Komposisi Utama	Fungsi / Kegunaan	Contoh Produk
Makroalga	Polisakarida (alginat, karrageenan, fucoidan), pigmen, antioksidan	Anti-inflamasi, anti-penuaan, pelembap, perlindungan UV	Krim anti-penuaan, losion, masker wajah
Mikroalga	Pigments (karotenoid, astaxanthin), lemak, protein bioaktif	Antioksidan kuat, melindungi kulit dari radikal bebas, pewarna alami	Bahan aktif kosmetik, suplemen biofarmasi
Spons Laut	Metabolit sekunder (terpenoid, alkaloid, peptida siklik)	Antibakteri, antikanker, bioaktivitas tinggi	Bahan aktif kosmetik, suplemen farmasi
Koral lembut & Cnidaria	Protein kolagen, zat anti-inflamasi	Regenerasi sel, menghaluskan kulit, anti-penuaan	Produk kolagen laut, serum kulit
Moluska and Krustasea	Chitin and chitosan	Agen pembawa bahan aktif, pelembap, agen pembentuk film	<i>Patch transdermal</i> , pelembap
Ikan dan produk turunannya (sirip, sisik, dll.)	Protein kolagen, peptida bioaktif	Antioksidan, pembentukan jaringan kulit, pencegahan kerutan	Krim kolagen ikan, minuman kolagen fungsional

Pemanfaatan Sumber Daya Laut di Luar Makanan: Obat-obatan

emanfaatan sumber daya laut sebagai obat (Gupta dkk., 2023).

Fungsi	Organisme Laut	Senyawa Bioaktif	Produk/Aplikasi
Antikanker	Spons laut (<i>Tethya crypta</i>)	Sitarabine (Cytarabine)	Obat leukemia, menghambat replikasi DNA
	Tunikata (<i>Ecteinascidia turbinata</i>)	Trabectedin (ET-743)	Kemoterapi untuk sarkoma jaringan lunak
	Bryozoa (<i>Bugula neritina</i>)	Bryostatin	Penelitian untuk terapi leukemia & Alzheimer
	Spons laut (<i>Halichondria</i>)	Eribulin (Halichondrin B analog)	Obat kanker payudara metastatik
	Siput laut (<i>Dolabella auricularia</i>)	Dolastatin 10 (Soblidotin derivative)	Kemoterapi untuk sarkoma jaringan lunak
Antivirus	Spons laut (<i>Tethya crypta</i>)	Vidarabine (Ara-A)	Obat herpes (HSV-1, HSV-2), digunakan untuk infeksi mata
	Spons laut (<i>Celtodoryx girardae</i>)	Eksopolisakarida(EPS)	Aktivitas antivirus terhadap HSV-1



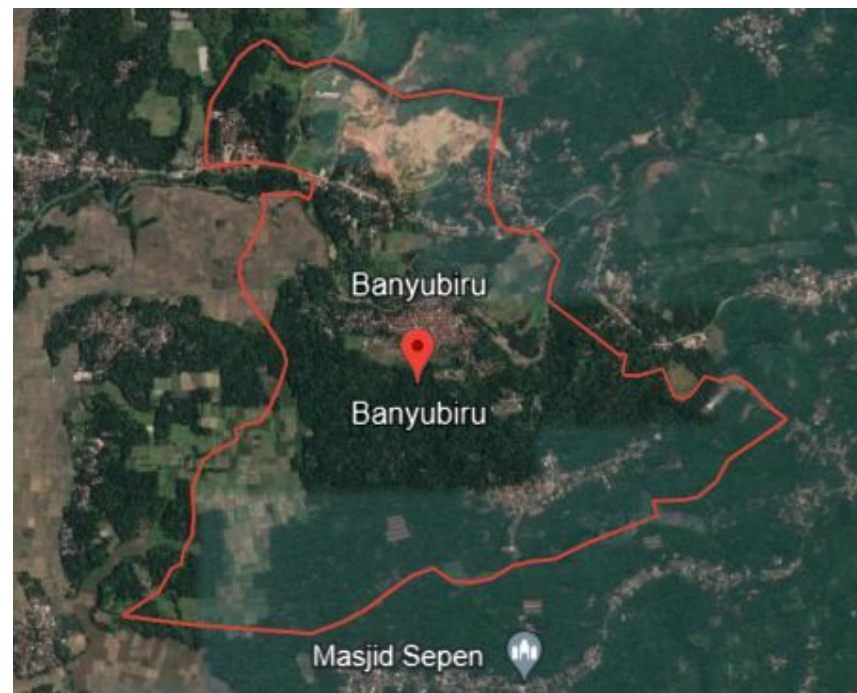
Pemanfaatan Sumber Daya Laut di Luar Makanan: Obat-obatan

(lanjutan)

Fungsi	Organisme Laut	Senyawa Bioaktif	Produk/Aplikasi
Analgesik (peredam nyeri)	Siput laut (<i>Conus magus</i>)	Ziconotide (conotoxin MVIIA)	Pereda nyeri kronis non-opioid, disuntikkan ke cairan tulang belakang
Neuroprotektif	Alga hijau (<i>Ulva reticulata</i>)	Inhibitor AChE & BChE	Potensi terapi Alzheimer & neurodegenerasi
Anti-inflamasi	Spons laut (<i>Spongia officinalis</i> .)	Senyawa anti-inflamasi	Uji praklinis untuk mengurangi inflamasi
Anti-parasit	Spons laut (<i>Sarcotragus</i> sp.)	Ekstrak bioaktif	Menargetkan <i>Leishmania major</i> , terapi leishmaniasis
Antibakteri/antimikroba	Diatom (<i>Phaeodactylum tricornutum</i>)	Asam eikosapentaenoat (EPA, omega-3)	Suplemen, efek anti-inflamasi dan antimikroba
	Fungi laut (<i>Acremonium</i> sp.)	Sefalosporin C	Antibiotik β -laktam, prekursor sefalosporin modern
Neurotoksin (eksperimental)	Ikan buntal (<i>Tetraodontidae</i>)	Tetrodotoksin (TTX)	Diteliti untuk anestesi lokal dan modulasi neurotoksikologi



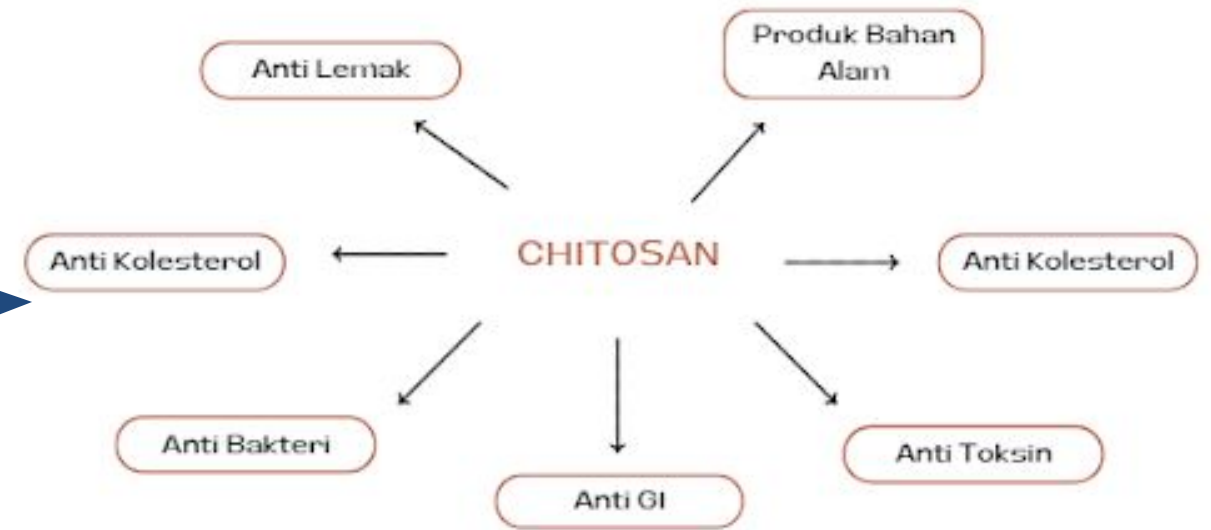
Contoh Kasus: Dari Limbah Cangkang Krustasea menjadi RAMAMBU



(Google Earth)



(Tribun Jateng)

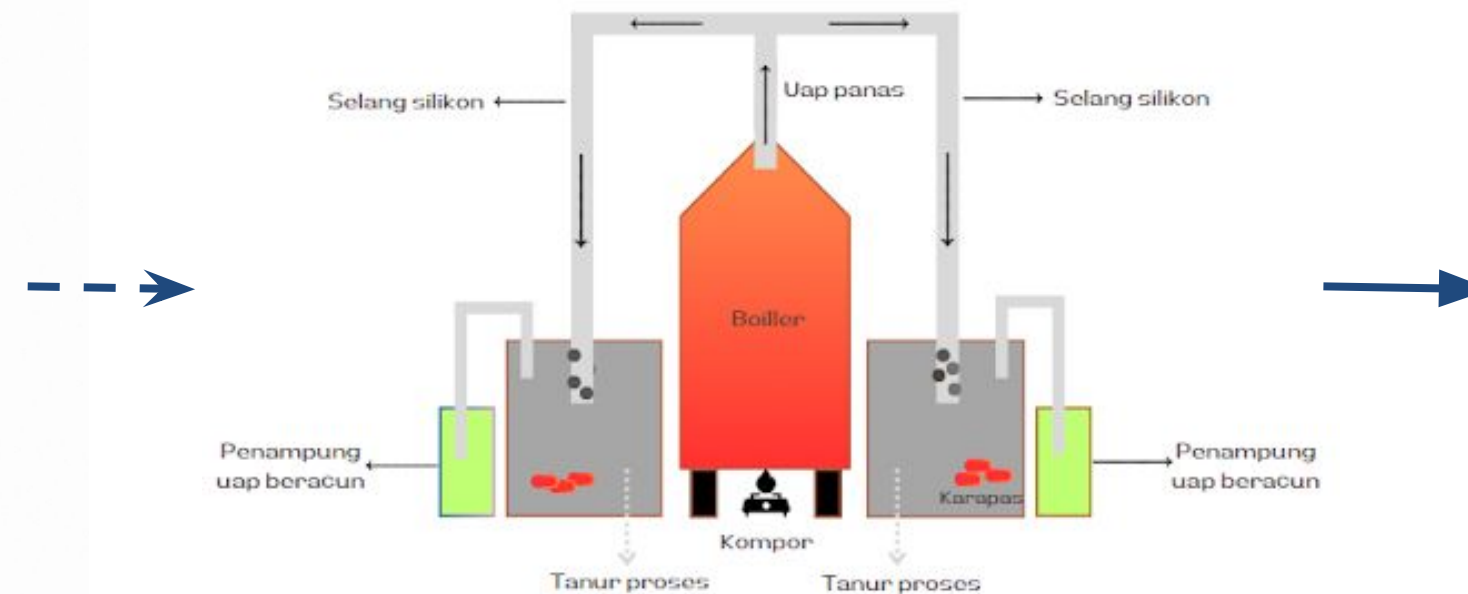
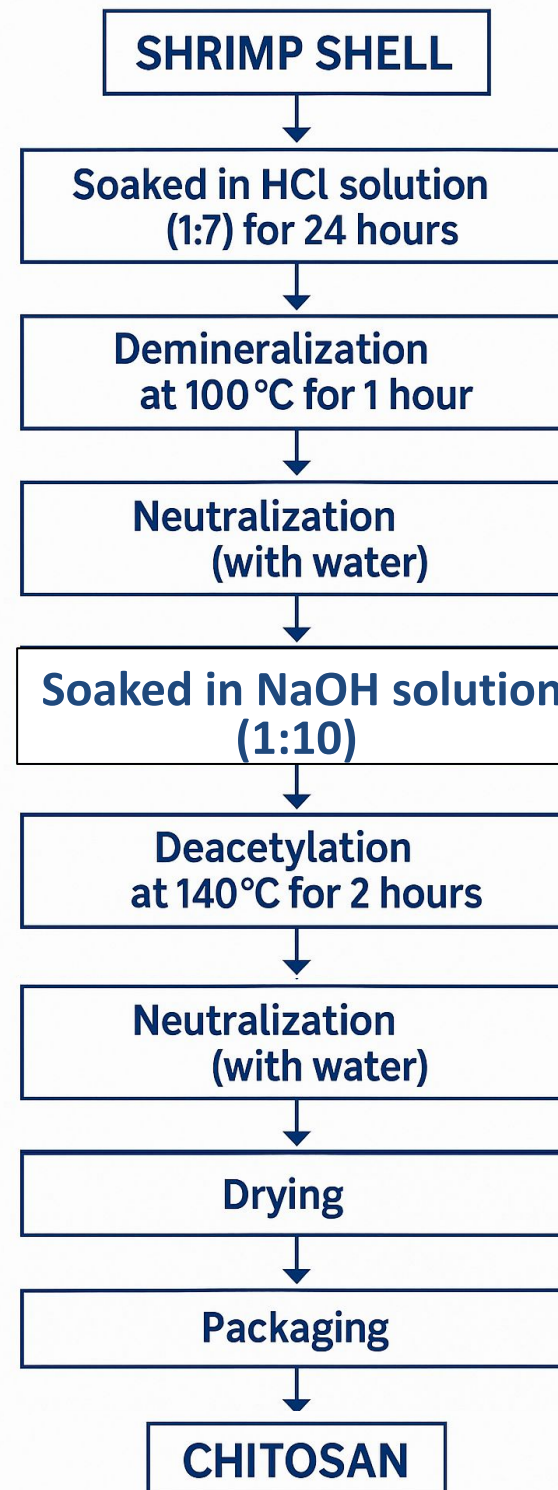


(Lestari et al., 2024)

Desa Banyubiru, Pandeglang, Indonesia, memiliki **sumber daya laut dan pesisir** yang melimpah. Salah satu masalah lokal adalah limbah organik dari **cangkang krustasea (udang, kepiting)** yang berkontribusi pada pencemaran lingkungan dan risiko kesehatan di peternakan sekitar. Namun, **cangkang krustasea mengandung kitosan**, senyawa yang dapat terurai secara hayati dan biokompatibel dengan berbagai manfaat. Sifat-sifat ini menawarkan pendekatan berkelanjutan dalam pengelolaan limbah cangkang krustasea (Lestari dkk., 2024).



Contoh Kasus: Dari Limbah Cangkang Krustasea menjadi RAMAMBU



RAMAMBU

RAMAMBU adalah disinfektan berbasis organik yang dikembangkan oleh tim kolaborasi universitas (UI, UNTIRTA, dan Universitas Mathla'ul Anwar), menggunakan kitosan yang berasal dari **cangkang krustasea** untuk menghilangkan bau dan mencegah penyakit (Lestari dkk., 2024).

RAMAMBU menawarkan **solusi ekonomi berkelanjutan** dengan mengubah limbah cangkang krustasea menjadi produk bernilai melalui bioteknologi kelautan, sejalan dengan tujuan Blue Economy (Lestari dkk., 2024).



Diskusi Singkat: Biofuel Alga sebagai Energi Terbarukan Berbasis Laut



(Green City Times)

Mengapa Biofuel Alga?

(Neti dkk., 2023)

Advantage	Description
Carbon neutral	Conversely, algae absorb CO ₂ during growth which balances out any CO ₂ released during combustion.
High productivity	Algae are an attractive biofuel crop due to its fast growth rate and high biomass output per unit area.
No competition with food crops	Algae are not a competition to food crops.
Potential for sustainable production	Algae can be grown safely and sustainably within an enclosed system (photobioreactor), eliminating contamination risk while simultaneously supporting sustainable production.
Versatility	Algae can produce biodiesel, bioethanol, biohydrogen, and bio-oil as by-products from their fermentation. Biogas production also depends on algae for power.
Waste reduction	Algae can be grown using wastewater or carbon dioxide emissions from industrial processes, reducing pollution and waste while decreasing pollution levels.

Analisis:

- Menurut Anda, apakah biofuel alga merupakan alternatif yang lebih baik dibandingkan bahan bakar fosil? Mengapa atau mengapa tidak? Bandingkan kelebihan dan keterbatasannya.
- Apa tantangan teknologi terbesar dalam memproduksi biofuel alga dalam skala besar, dan apa kemungkinan solusi yang dapat diterapkan?



Kesimpulan

- Bioteknologi kelautan memainkan peran penting dalam memperkuat sektor Blue Economy melalui produk inovatif yang berasal dari organisme laut.
- Aplikasi seperti biomaterial, kosmetik, dan farmasi dari sumber daya laut menunjukkan potensi besar untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Namun, eksplorasi sumber daya laut harus dilakukan dengan hati-hati dan terkendali agar tidak merusak ekosistem.
- Pendekatan lintas disiplin dan kolaborasi antara ilmuwan, masyarakat, dan pembuat kebijakan merupakan kunci untuk mengoptimalkan manfaat bioteknologi kelautan dalam kerangka Blue Economy.



Daftar Pustaka

- Ambari, M. 2019. *Seperti apa ancaman kerusakan ekosistem laut besar di Indonesia?*. 1 hlm: 12 April 2019. <https://mongabay.co.id/2019/04/12/seperti-apa-ancaman-kerusakan-ekosistem-laut-besar-di-indonesia/>, diakses 18 Juni 2025 pk. 11.07 WIB.
- Chias, J. 2019. *A photographer saves a turtle; his photograph may save more*. 1 hlm. <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/fall-2019/articles/a-photographer-saves-a-turtle-his-photograph-may-save-more>, diakses 18 Juni 2025 pk. 10.05 WIB.
- Cristina, L. 2022. Marine Biotechnology's in the Blue Economy. *International Research Journal of Biotechnology* 13(5): 1–3 doi: 10.14303/2141-5153.2022.25.
- Deep Ocean Education. *Exploration and exploitation: Coral species and deep mining*. 1 hlm. <https://deepoceaneducation.org/resources/exploration-and-exploitation-coral-species-and-deep-sea-mining/>, diakses 18 Juni 2025 pk. 11.30 WIB.
- European Commission: Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries. 2018. The 2018 annual economic report on EU blue economy. *Publications Office of the European Union*: 1–200. doi: 10.2771/305342.
- Fonseca, S., M.N. Amaral, C.P. Reis, & L. Custódio. 2023. Marine natural products as innovative cosmetics ingredients. *Marine Drugs* 21(3): 170. doi: 10.3390/md21030170
- Green City Times. *Algae: The future of biofuel*. 1 hlm. <https://www.greencitytimes.com/algae-the-future-of-biofuel/>, diakses 18 Juni 2025 pk. 10.45 WIB.
- Gupta, M., A. Kumari, A. Rankawat, & G. Rankawat. 2023. Marine drugs: A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development* 11(4): 155–161. doi: 10.22270/ajprd.v11i4.1301
- Hussain, M.G., P. Failler, S. Sarker. 2019. Future importance of marine activities in Bangladesh. *Journal of Ocean and Coastal Economics* 6(2): 1–17. doi: 10.15351/2373-8456.1104
- Lestari, R. ., Yuniati, R. ., Nurdin, E. ., Marianingsih, P. ., Nuraini, T. ., Supriatno, E., Robbina, H. F. ., Husna, M. ., Maharani, S. P. ., Hidayat, U. ., & Suptijah, P. . (2024). RAMAMBU: Pemanfaatan Limbah Cangkang Crustacea dalam Menyelesaikan Masalah Ternak di Desa Banyubiru, Kabupaten Pandeglang, Banten. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat, 4(-), 191-200. <https://doi.org/10.52188/psnpm.v4i-.941>
- Neeti, K., K. Gaurav, & R. Singh. 2023. The potential of algae biofuel as a renewable and sustainable bioresource. *Engineering Proceedings* 37(22): 1–6. doi: 10.3390/ECP2023-14716
- Okafor-Yarwood, I., N.I. Kadagi, N.A.F. Miranda, J. Uku, I.O. Elegbede, & I.J. Adewumi. 2020. The blue economy-cultural livelihood-ecosystem conservation triangle: The African experience. *Frontiers in Marine Science* 7: 586. doi: 10.3389/fmars.2020.00586
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 2013. Enabling Solutions for Ocean Productivity and Sustainability. *Marine Biotechnology*: 1–114. doi: 10.1787/9789264194243-en.
- Rotter, A., D. Varamogianni-Mamatsi, A.Z. Pobirk, M.G. Mataž, M. Cueto, A.R. Díaz-Marrero, R. Jónsdóttir, K. Sveinsdóttir, T.C. Catalá, G. Romano, B.A. Guler, E. Atak, M.B. Zrimec, D. Bosch, I. Deniz, S.P. Gaudêncio, E. Grigalionyte-Bembič, K. Klun, L. Zidar, A.C. Rius, Š. Baebler, L.L. Bilela, B. Rinkevich, & M. Mandakalis. 2024. Marine cosmeastics and the blue bioeconomy: From sourcing to success stories. *iScience* 27: 111339. doi: 10.1016/j.isci.2024.111339
- Siahaan, E.A. Agusman, R. Pangestuti, K-H. Shin, & S-W. Kim. 2022. Potential cosmetic active ingredients derived from marine by-products. *Marine Drugs* 20(12): 734. doi: 10.3390/md20120734
- Wang, Y., L. Chen, Y. Wang, X. Wang, D. Qian, J. Yan, Z. Sun, P. Cui, L. Yu, J. Wu, & Z. He. 2023. Marine biomaterials in biomedical nano/micro-systems. *Journal of Nanobiotechnology* 21(408): 1–48. doi: 10.1186/s12951-023-02112-w
- Zhang, H., X. Wu, L. Quan, & Q. Ao. 2022. Characteristics of marine biomaterials and their applications in biomedicine. *Marine Drugs* 20(372): 1–32. doi: 10.3390/md20060372
- Zhong, H. 2019. Exploitation and utilization of marine resources and protection of marine ecology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 369: 012009. doi:10.1088/1755-1315/369/1/012009
- Zilinskas, R.A, R.R. Colwell, D.W. Lipton, & R.T. Hill, The global challenge of marine biotechnology: A status report on the United States, Japan, Australia and Norway (College Park, MD) 1995, 372.



THANK YOU

Dr. Retno Lestari, M.Si.

 retno.lestari@sci.ui.ac.id



**Co-funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

