



Bioteknologi Marin dan Ekonomi Biru

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Walau bagaimanapun, pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah pandangan pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan ke atas mereka.

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



RAKAN KONGSI PROJEK

Malaysia



Indonesia



Greece

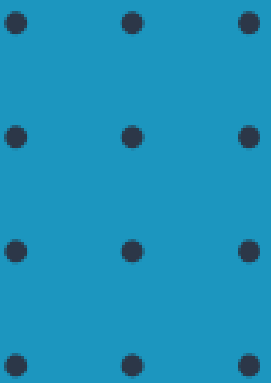


Cyprus



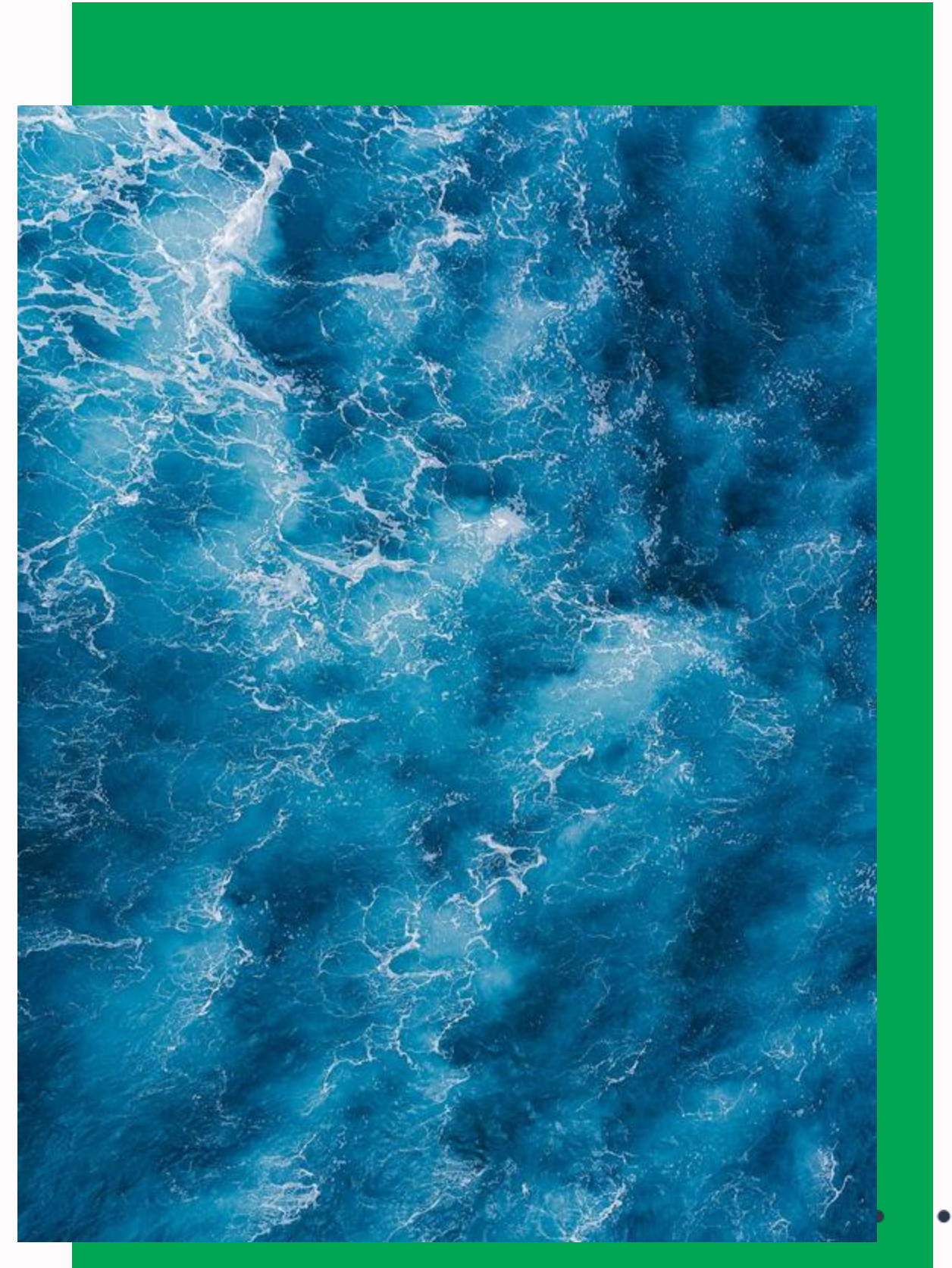
Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Walau bagaimanapun, pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah pandangan pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan ke atas mereka.

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



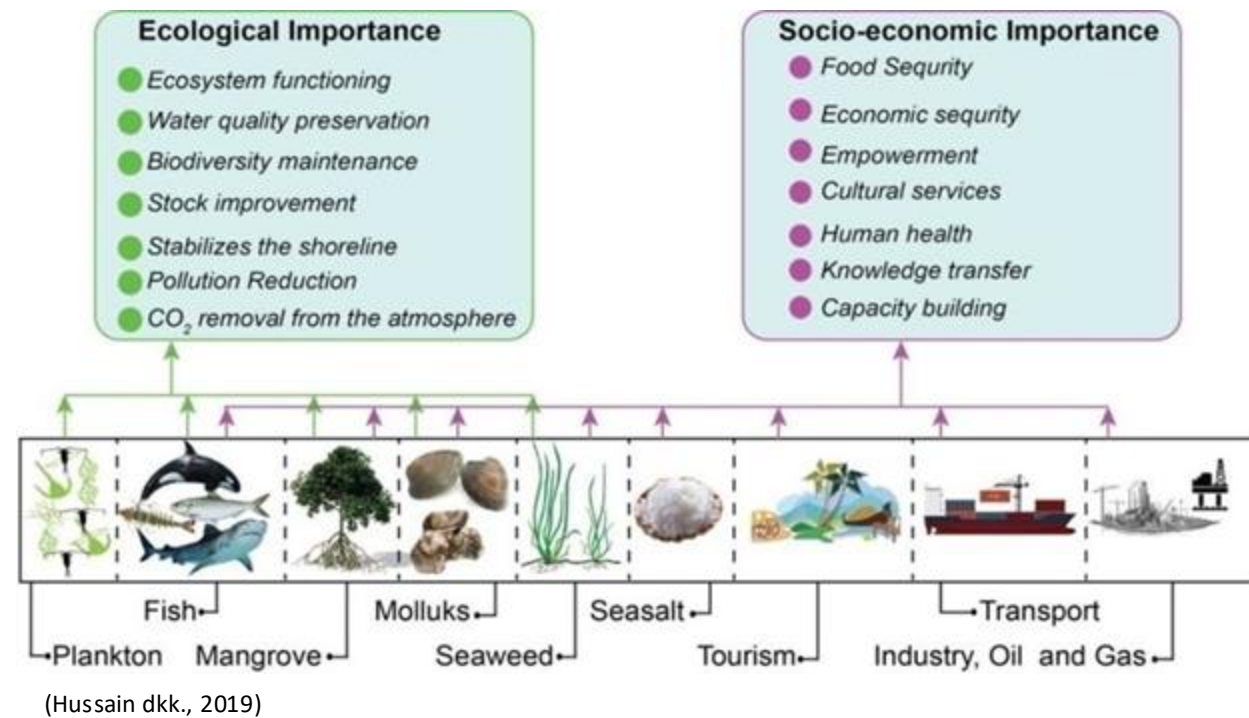
Kandungan

- 01 Pengenalan
- 02 Peranan bioteknologi marin dalam meningkatkan sektor ekonomi biru
- 03 Penggunaan sumber marin di luar makanan
- 04 Contoh kes
- 05 Perbincangan ringkas
- 06 Kesimpulan
- 07 Bibliografi – Bacaan Tambahan



Pengenalan

Kemajuan teknologi dalam *bioteknologi marin* telah mengembangkan bioprospek organisma marin. Walau bagaimanapun, kemajuan ini juga telah disertai dengan eksploitasi sumber marin, yang seterusnya merosakkan ekosistem marin (Zhong, 2019; Cristina, 2022).



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

Penyelesaian yang mampan diperlukan dalam penggunaan sumber marin yang meningkatkan kesejahteraan manusia dan memelihara keseimbangan ekologi (Okafor-Yarwood et al., 2020).



*Ekonomi
Biru
Konsep*

Ekonomi

Sosial

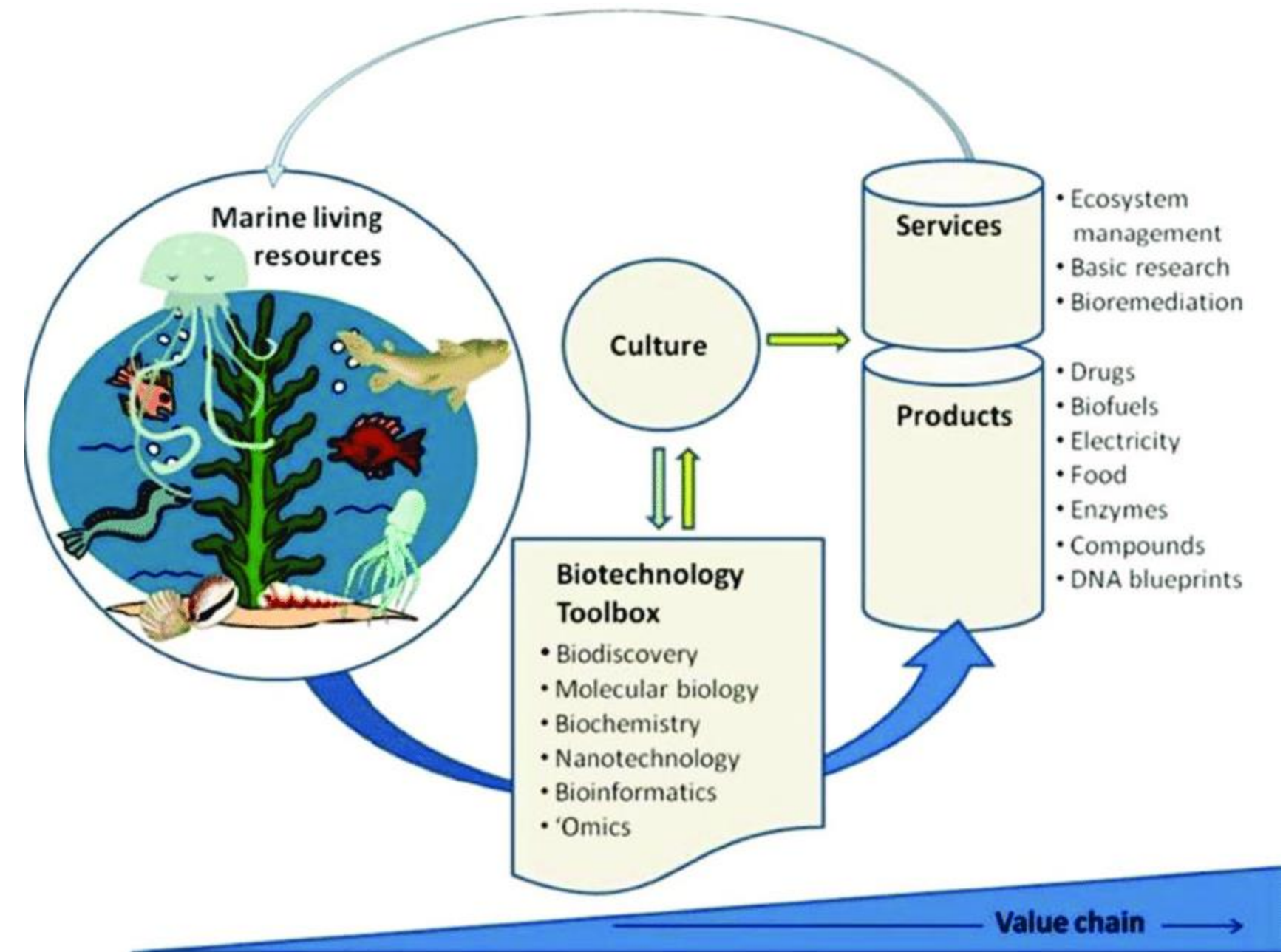
Ekologi

menggunakan sumber marin dengan cara yang menyumbang kepada pertumbuhan ekonomi yang mampan sambil mengekalkan kesihatan lautan (Hussain et al., 2019).

Peranan bioteknologi marin dalam meningkatkan sektor ekonomi biru

Bioteknologi Marin

- Menggunakan konsep teknikal dan saintifik untuk memproses bahan menggunakan organisma biologi marin untuk menghasilkan komoditi dan perkhidmatan (Zilinskas et al., 1995).
- **Aplikasi** : kesihatan, makanan, kosmetik, akuakultur & pertanian, perikanan, pembuatan, pemulihan alam sekitar, biofilm dan kakisan, biobahan, alat penyelidikan, dsb. (Cristina, 2022).
- **Teknik** : biopemprosesan, biopenuaian, bioprospek, biopemulihan, menggunakan bioreaktor, dsb. (Cristina, 2022).



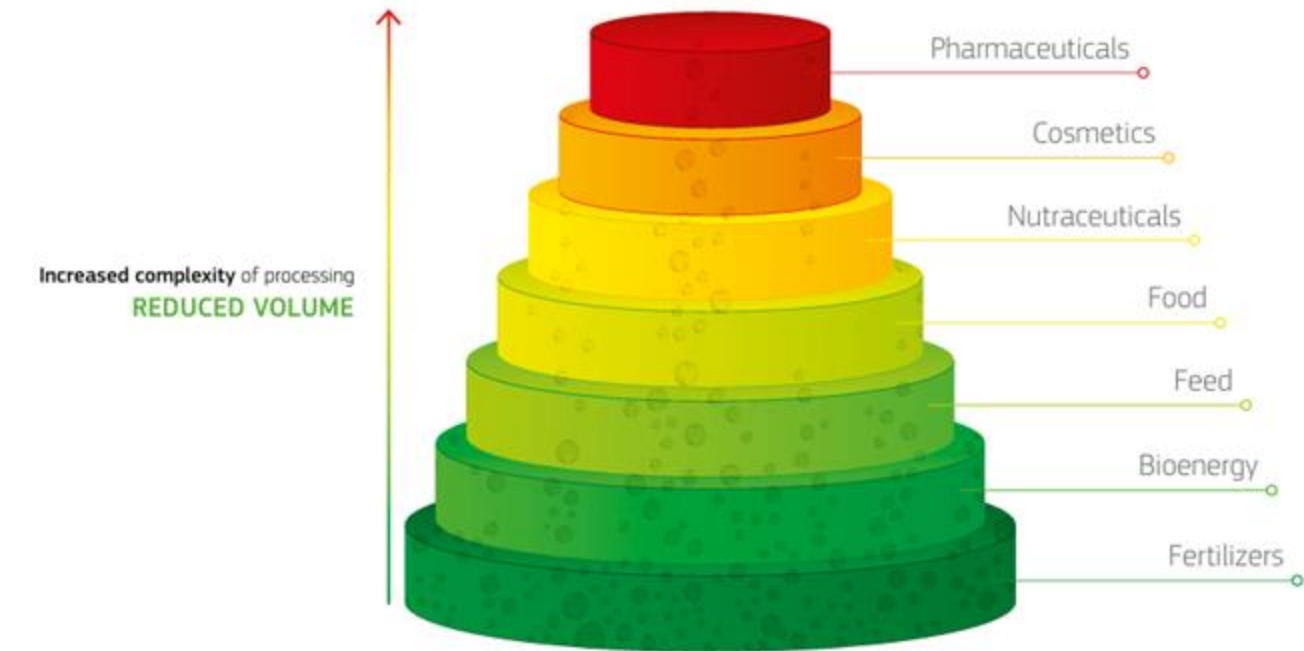
(OECD, 2013)



Peranan bioteknologi marin dalam meningkatkan sektor ekonomi biru

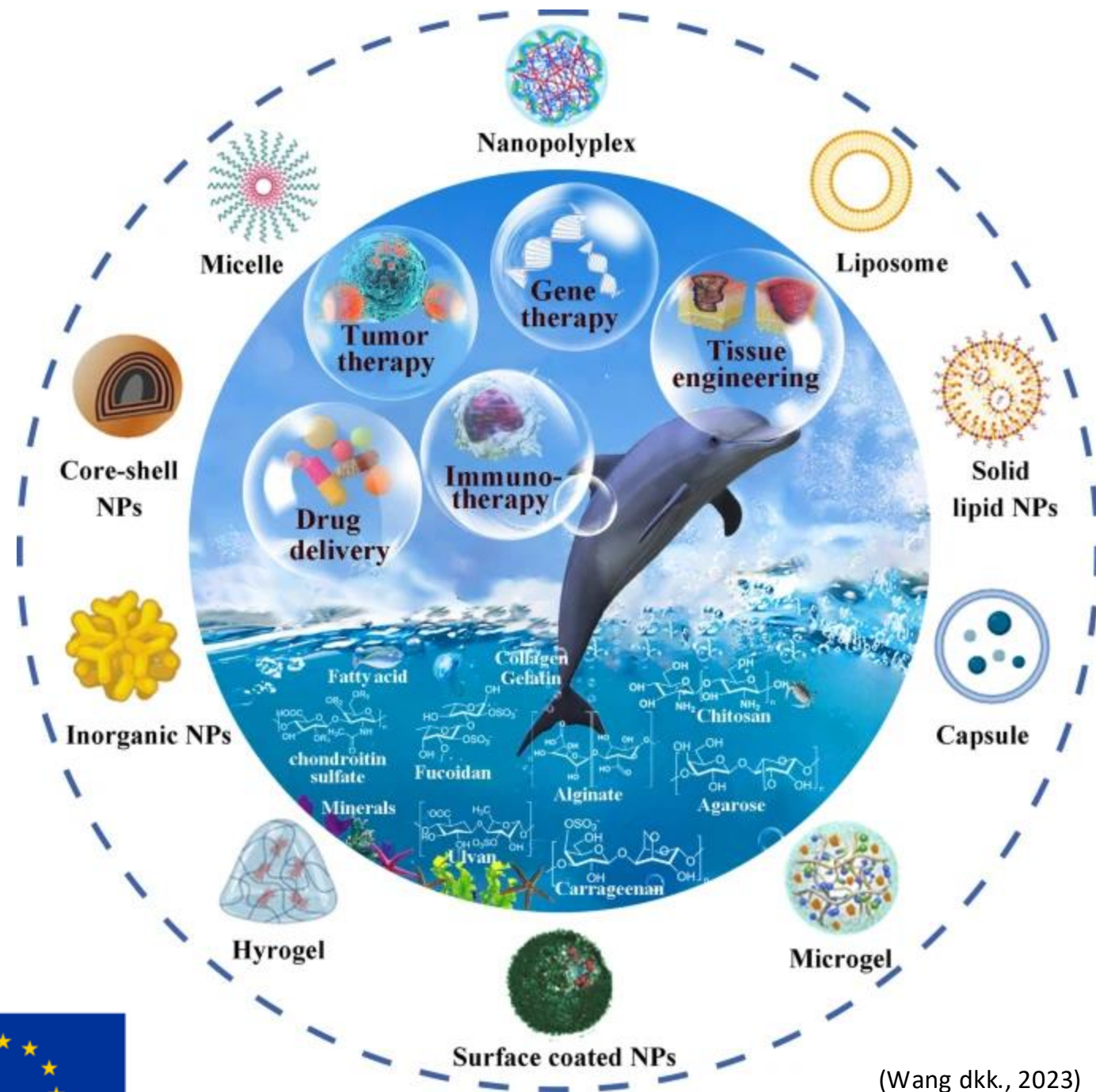
Ekonomi Biru

Ekonomi lautan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan ekuiti sosial, sambil mengurangi risiko alam sekitar dan kekurangan ekologi dengan ketara (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

Penggunaan Sumber Marin di luar Makanan: Biomaterial



(Wang dkk., 2023)

- Ciri-ciri persekitaran unik ekosistem marin menghasilkan struktur, komposisi dan aktiviti biologi polisakarida dalam organisma marin yang berbeza daripada organisma daratan.
 - Bahan-bahan ini terutamanya memainkan peranan dalam bioperubatan menawarkan kesan antitumor, antibakteria, antioksidan, anti-radang, imunomodulator, dan kardioprotektif.
 - Di samping itu, mereka juga menyumbang kepada meningkatkan penghijrahan sel, interaksi sel-matriks dan penjanaan semula tisu.
- (Wang et al., 2023)



Penggunaan Sumber Marin di luar Makanan: Biomaterial

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

Jenis	Struktur kimia	Sumber	Kegunaan
Chitin dan chitosan	Polisakarida (β -1,4-glukosamin)	Exoskeleton krustasea (udang dan ketam), kulat marin, alga, dan tumbuhan yang lebih rendah	Anti-radang, hemostatik, penjaan semula tisu, bahan penghantaran ubat, antikanser
Alginat	Polisakarida (mannuronate & guluronate)	Alga coklat (rumpun laut, sargassum) dan beberapa bakteria marin (Azotobacter, Pseudomonas)	Gel tisu, pembawa ubat, perancah untuk kejuruteraan tisu
Karagenan	Polisakarida sulfat (galaktosa)	Alga merah (Eucheuma, Hypnea, dan Chondrus)	Antiviral (termasuk SARS-CoV-2), antibakteria, bahan penghantaran ubat
Fucoidan	Polisakarida sulfat kompleks (fucose)	Alga coklat (Fuciales: Fucus, Laminaria) dan invertebrata marin (gamat laut, landak laut)	Antitumor, imunomodulator, antikoagulan, antivirus
Ulvan	Polisakarida sulfat	Alga hijau (Ulva spp.)	Antikoagulan, imunomodulator, antioksidan, anti-radang



Penggunaan Sumber Marin di luar Makanan: Biomaterial

(bersambung)

Jenis	Struktur kimia	Sumber	Permohonan
Laminarin	β -glukan	Alga coklat (Laminaria, Saccharina)	Antitumor, antioksidan, anti-radang, prebiotik
Asid Hyaluronik (HA)	Glikosaminoglikan (GlcA & GlcNAc)	Tisu penghubung haiwan marin (kulit, kepala, atau sisik ikan)	Pelincir tisu, anti-radang, matriks ekstraselular
Chondroitin Sulfate (CS)	Glikosaminoglikan (GlcA & GalNAc)	Tulang rawan, mata, hati, dan sisik ikan	Penjanaan semula tulang rawan, anti-radang, imunomodulator
Kolagen	Protein fibrillar (kolagen tiga heliks)	Ikan (kulit, sirip, rawan), span laut, obor-obor, gamat laut	Perancah tisu, pembalut luka, kapsul ubat, kejuruteraan tisu

Aplikasi Sumber Marin di luar Makanan: Kosmetik

Penggunaan sumber marin kepada produk sekunder seperti kosmetik menyokong SDG 14 dengan mewujudkan mampan (dasar sisa sifar) (Siahaan et al., 2022).



- Kosmetik ialah bahan atau campuran yang digunakan pada bahagian luar badan, gigi, atau membran mukus rongga mulut untuk membersihkan dan menjaga badan. Produk kosmetik yang diperbuat daripada bahan semula jadi mengandungi pelbagai sebatian kimia yang meningkatkan kekhususan dan kecekapan fungsinya (Fonseca dkk., 2023)
- Sumber marin yang digunakan sebagai bahan kosmetik berpotensi bertindak sebagai antioksidan, memberikan kesan anti-penuaan, dan membantu mencegah kedutan dan jerawat (Rotter dkk., 2024).



Aplikasi Sumber Marin di luar Makanan: Kosmetik

Jenis kosmetik yang diperbuat daripada sumber marin(Rotter dkk., 2024)

Jenis	Komposisi utama	Fungsi/Utiliti	Contoh produk
Makroalga	Polisakarida (alginat, karagenan, fucoidan), pigmen, antioksidan	Anti-radang, anti-penuaan, pelembap, perlindungan UV	Krim anti-penuaan, losyen, topeng muka
Mikroalga	Pigmen (karotenoid, astaxanthin), lipid, protein bioaktif	Antioksidan yang kuat, perlindungan kulit daripada radikal bebas, pewarna semula jadi	Bahan aktif kosmetik, suplemen biofarmaseutikal
Span marin	Metabolit sekunder (terpenoid, alkaloid, peptida kitaran)	Antibakteria, antikanser, bioaktiviti tinggi	Kosmetik aktif, bahan-bahan, suplemen farmaseutikal
Karang lembut & Cnidaria	Protein kolagen, bahan anti-radang	Penjanaan semula sel, melicinkan kulit, anti-penuaan	Produk kolagen marin, serum kulit
Moluska dan Krustasea	Kitin dan kitosan	Ejen pembawa bahan aktif, pelembap, pembentuk filem	Tampalan transdermal, pelembap
Ikan dan hasil sampingannya (sirip, sisik, dll.)	Protein kolagen, peptida bioaktif	Antioksidan, pembentukan tisu kulit, pencegahan kedutan	Krim kolagen ikan, minuman kolagen berfungsi

Aplikasi Sumber Marin di luar Makanan: Dadah

Penggunaan sumber marin sebagai ubat-ubatan (Gupta dkk., 2023).

Fungsi	Organisma marin	Sebatian bioaktif	Produk / Aplikasi
Antikanser	Span marin (<i>Tethya crypta</i>)	Cytarabine	Ubat leukemia, menghalang replikasi DNA
	Tunicate (<i>Ecteinascidia turbinata</i>)	Trabectedin (ET-743)	Kemoterapi untuk sarkoma tisu lembut
	Bryozoa (<i>Bugula neritina</i>)	Bryostatin	Research in leukemia & Alzheimer's therapy
	Span marin(<i>Halichondria</i>)	Eribulin (Halichondrin B analog)	Metastatic breast cancer drug
	Siput laut(<i>Dolabella auricularia</i>)	Dolastatin 10 (Soblidotin derivative)	Antitumor drug, inhibits cell division
Antivirus	Span marin (<i>Tethya crypta</i>)	Vidarabine (Ara-A)	Ubat herpes (HSV-1, HSV-2), digunakan untuk jangkitan mata
	Span marin(<i>Celtodoryx girardae</i>)	Exopolysaccharides (EPS)	Aktiviti antivirus terhadap HSV-1



Aplikasi Sumber Marin di luar Makanan: Dadah

(Berterusan)

Fungsi	Organisma marin	Sebatian bioaktif	Produk / Aplikasi
Analgesik (melegakan kesakitan)	Siput laut(<i>Conus magus</i>)	Ziconotide (konotoksin MVIIA)	Ubat penahan sakit kronik bukan opioid, disuntik ke dalam cecair tulang belakang
Neuroprotektif	Alga hijau(<i>Ulva reticulata</i>)	AChE & BChE Perencat	Terapi Alzheimer & neurodegenerasi yang berpotensi
Radang	Span marin(<i>Spongia officinalis.</i>)	Sebatian anti-radang	Ujian pra-klinikal untuk mengurangkan keradangan
Anti-parasit	Span marin(<i>Sarcotragus</i> sp.)	Ekstrak bioaktif	Sasaran <i>Leishmania major</i> , Terapi leishmaniasis
Antibakteria/antimikrob	Diatom (<i>Phaeodactylum tricornutum</i>)	Asid eicosapentaenoic (EPA, omega-3)	Suplemen, anti-radang, kesan antimikrob
	Kulat marin (<i>Acremonium</i> sp.)	Cephalosporin C	Antibiotik β -laktam, prekursor kepada cephalosporins moden
Neurotoksin (eksperimen)	Ikan buntal(<i>Tetraodontidae</i>)	Tetrodotoksin (TTX)	Mengkaji untuk modulasi anestesia tempatan dan neurotoksikologi



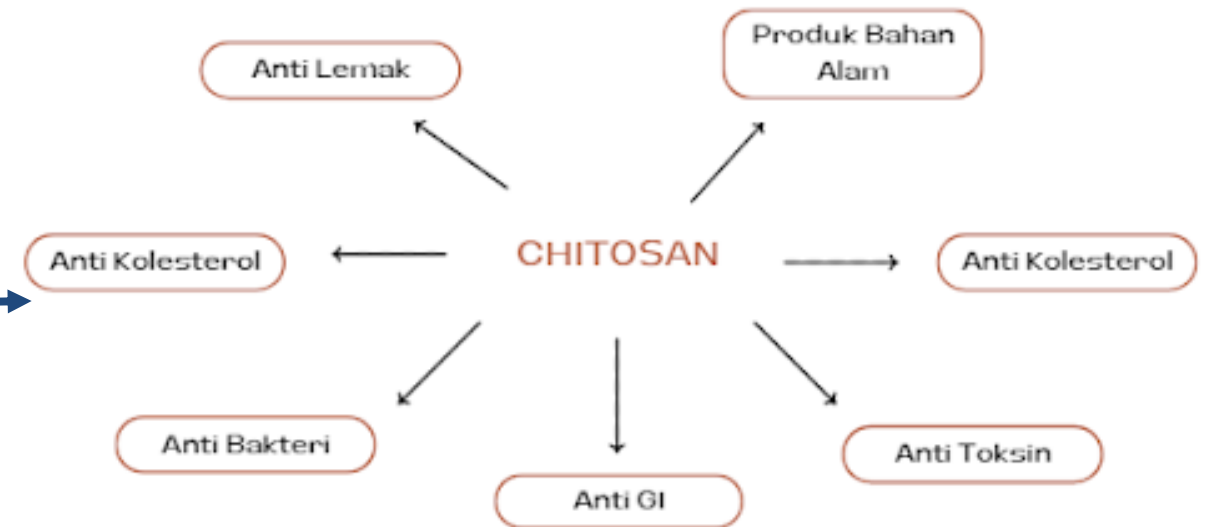
Contoh kes: Daripada sisa cangkerang krustasea kepada RAMAMBU



(Google Earth)



(Tribun Jateng)

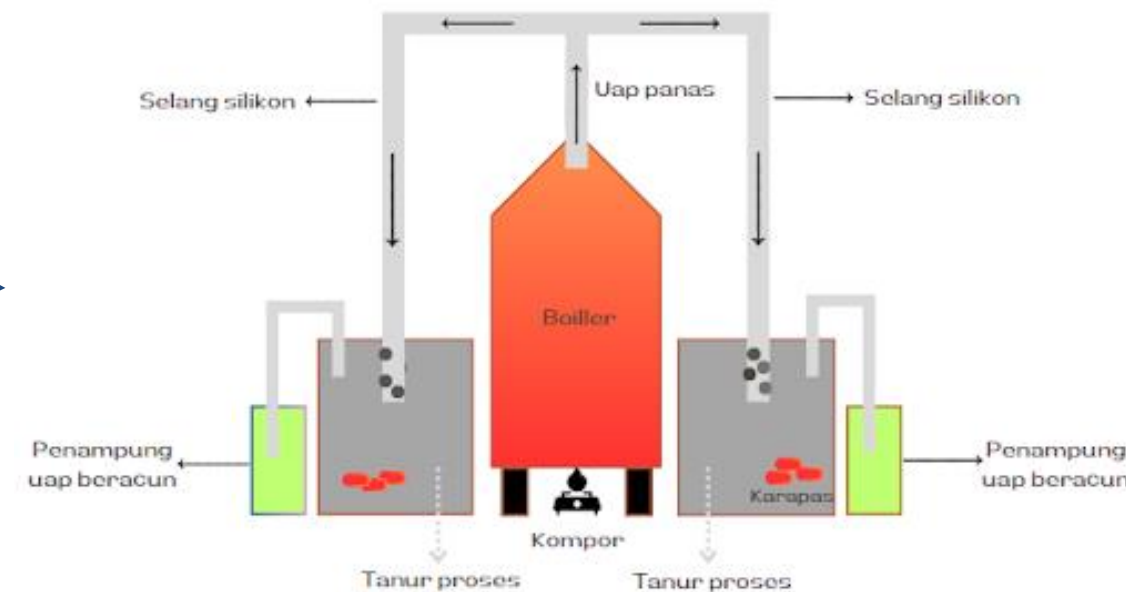
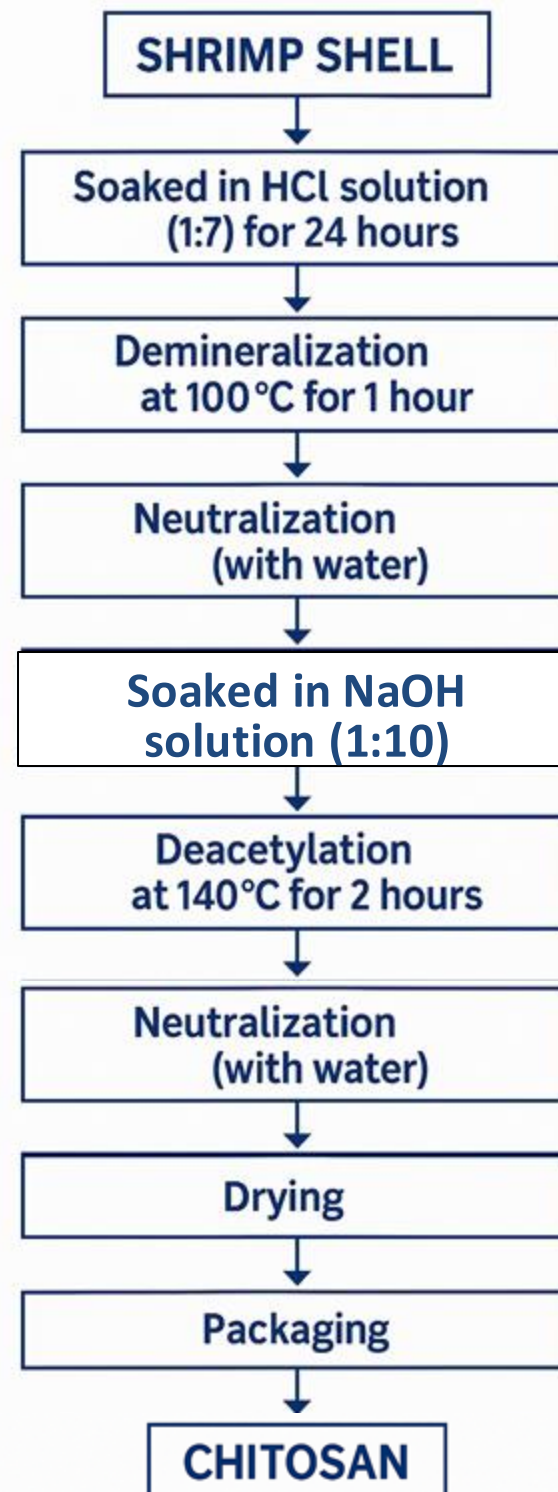


(Lestari et al., 2024)

Kampung Banyubiru, Pandeglang, Indonesia mempunyai banyak **sumber marin dan pantai**. Satu isu tempatan ialah **sisa organik daripada cengkerang krustasea** (udang, ketam) yang menyumbang kepada pencemaran alam sekitar dan risiko kesihatan di ladang ternakan berdekatan. Walau bagaimanapun **cengkerang krustasea mengandungi kitosan**, sebatian terbiodegradasi dan biokompatibel dengan pelbagai faedah. Hartanah ini menawarkan pendekatan mampan untuk menguruskan sisa cangkerang krustasea (Lestari et al., 2024).



Contoh kes: Daripada sisa cangkerang krustasea kepada RAMAMBU



RAMAMBU

RAMAMBU ialah pembasmi kuman berasaskan organik dibangunkan oleh pasukan kerjasama universiti (UI, UNTIRTA, dan Universiti Mathla'ul Anwar), **Menggunakan kitosan** berasal daripada cengkerang krustasea untuk menghapuskan bau dan mencegah penyakit (Lestari et al., 2024).

Tawaran RAMAMBU **penyelesaian ekonomi yang mampan** dengan mengubah sisa cangkerang krustasea kepada **produk berharga melalui bioteknologi marin, sejajar dengan matlamat Ekonomi Biru** (Lestari et al., 2024).



Perbincangan ringkas: Biofuel Alga sebagai Biotenaga Berasaskan Marin Boleh Diperbaharui



(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.

Menganalisis:

- Adakah anda fikir biofuel alga adalah alternatif yang lebih baik daripada bahan api fosil? Mengapa atau mengapa tidak? Bandingkan kelebihan dan batasan mereka.
- Apakah cabaran teknologi terbesar dalam menghasilkan biofuel alga secara besar-besaran, dan apakah penyelesaian yang berpotensi?



Kesimpulan

- Bioteknologi marin memainkan peranan penting dalam mengukuhkan sektor Ekonomi Biru melalui produk inovatif yang diperoleh daripada organisma marin.
- Aplikasi seperti biobahan, kosmetik dan farmaseutikal daripada sumber marin menunjukkan potensi besar untuk menyokong pembangunan mampan. Walau bagaimanapun, penerokaan sumber marin mesti dijalankan dengan berhati-hati dan terkawal untuk mengelak daripada merosakkan ekosistem.
- Pendekatan antara disiplin dan kerjasama antara sains, masyarakat dan penggubal dasar adalah kunci untuk mengoptimumkan faedah bioteknologi marin dalam rangka kerja Ekonomi Biru.



Bibliografi

- 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. Zimec, D. Bosch, I. Deniz, S.P. Gaudêncio, E. Grigalonyte-Bembič, K. Klun, L. Zidar, A.C. Rius, Š. Baebler, L.L. Bilela, B. Rinkevich, & M. Mandakalis. 2024. Marine cosmetics 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.



TERIMA KASIH

Dr. Retno Lestari, M.Si.

 retno.lestari@sci.ui.ac.id



Co-funded by
the European Union

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Walau bagaimanapun, pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah pandangan pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan ke atas mereka.

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

