

## APOTEK DI DASAR SAMUDRA: BAGAIMANA BIOTEKNOLOGI MENGUBAH RACUN HEWAN LAUT MENJADI OBAT KANKER

Marsyahip<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Sains Gelobal ,Peraya, Indonesia,

\*Email korespondensi: [marsyahip20@gmail.com](mailto:marsyahip20@gmail.com)

---

### Article Info

#### Article History:

Received: 7 July 2024

Accepted: 17 August 2024

Published: 27 September 2024

#### Keywords:

Ocean pharmacy, Biotechnology, Cancer Drugs

#### Kata Kunci:

Apotik dasar Samudra, Bioteknologi, Obat kangker

---

### Abstract

*The reviewed article discusses the extraordinary potential of the ocean as a source for the discovery of new drugs (marine natural products), with a specific focus on the utilization of toxins (biotoxins) produced by marine animals to be developed into anticancer agents. Through the integration of marine biology, molecular biotechnology, and pharmacology, lethal toxins from organisms such as cone snails (*Conus sp.*), sea snakes, and jellyfish can be structurally deconstructed and engineered to selectively destroy tumor cells without harming healthy tissue. This review aims to analyze the biotechnological mechanisms in the isolation of biotoxins, their efficacy as cytostatics, and the challenges in commercializing marine-based pharmaceutical products.*

### Abstrak

Artikel yang direview membahas mengenai potensi luar biasa dari laut sebagai sumber penemuan obat baru (*marine natural products*), dengan fokus spesifik pada pemanfaatan racun (biotoksin) yang diproduksi oleh hewan laut untuk dikembangkan menjadi agen antikanker. Melalui integrasi ilmu biologi kelautan, bioteknologi molekuler, dan farmakologi, racun mematikan dari organisme seperti siput kerucut (*Conus sp.*), ular laut, dan ubur-ubur dapat didekonstruksi strukturnya dan direkayasa agar selektif menghancurkan sel tumor tanpa merusak jaringan sehat. Review ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme bioteknologis dalam isolasi biotoksin, efikasinya sebagai sitostatika, serta tantangan dalam mengomersialkan produk farmasi berbasis laut.

Copyright © 2024, The Author(s)

---

**How to cite:** Marsyahip. (2024). APOTEK DI DASAR SAMUDRA: BAGAIMANA BIOTEKNOLOGI MENGUBAH RACUN HEWAN LAUT MENJADI OBAT KANKER. *Aspiration of Health Journal*, 2(3), 112–116. <https://doi.org/10.55681/aohj.v2i3.513>

---



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## PENDAHULUAN

Review artikel ini membahas mengenai potensi luar biasa dari laut sebagai sumber penemuan obat baru (*marine natural products*), dengan fokus spesifik pada pemanfaatan racun (biotoksin) yang diproduksi oleh hewan laut untuk dikembangkan menjadi agen antikanker. Melalui integrasi ilmu biologi kelautan, bioteknologi molekuler, dan farmakologi, racun mematisasi dari organisme seperti siput kerucut (*Conus sp.*), ular laut, dan ubur-ubur dapat didekonstruksi strukturnya dan direkayasa agar selektif menghancurkan sel tumor tanpa merusak jaringan sehat. Review ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme bioteknologis dalam isolasi biotoksin, efikasinya sebagai sitostatika, serta tantangan dalam mengomersialkan produk farmasi berbasis laut.

Secara biologis, biotoksin laut mengekspresikan afinitas ikatan yang luar biasa tinggi terhadap target seluler spesifik seperti kanal ion dan reseptor membran sel mamalia<sup>1</sup> (King, 2011; Dyshel & Gurevitz, 2019). Keberadaan senyawa peptida kompleks seperti konotoksin dari genus *Conus* terbukti mampu mengganggu jalur pensinyalan proliferasi sel kanker (Aneiros & Garateix, 2004). Melalui kemajuan teknologi komputasi dan analisis struktur tiga dimensi, para peneliti dapat memetakan situs aktif molekul racun tersebut guna meminimalkan efek toksisitas sistemik non-target yang selama ini menjadi kelemahan utama agen kemoterapi konvensional (King, 2011).

Selain mengandalkan modifikasi peptida murni, intervensi bioteknologi modern modern juga menerapkan teknologi Konjugat Obat-Antibodi (*Antibody-Drug Conjugates / ADC*) untuk mengoptimalkan sistem penghantaran obat ke target tumor (Newman & Cragg, 2020). Dalam skema ini, komponen toksin dari organisme laut disatukan secara kovalen dengan antibodi monoklonal spesifik-kanker, sehingga pelepasan muatan sitotoksik hanya terjadi secara intraseluler setelah melalui proses endositosis sel tumor (Newman & Cragg, 2020). Pemanfaatan rekayasa genetika pada organisme inang heterolog seperti *Escherichia coli* juga memastikan bahwa produksi senyawa aktif ini dapat direplikasi secara masif di laboratorium tanpa harus mengeksploitasi populasi alami biota laut di habitat aslinya (Dyshel & Gurevitz, 2019).

Kendati potensi terapeutiknya sangat menjanjikan, proses transisi dari laboratorium menuju industri farmasi komersial masih dihadapkan pada hambatan stabilitas *in vivo* serta regulasi klinis yang ketat (Newman & Cragg, 2020). Karakteristik dasar komponen peptida laut yang rentan mengalami degradasi oleh enzim proteolitik dalam serum darah manusia memerlukan formulasi pelindung khusus, seperti teknologi enkapsulasi nano atau PEGilasi (Calcul et al., 2013). Oleh karena itu, sinergi multidisiplin yang berkelanjutan serta investasi berkala pada riset bioprospeksi sangat diperlukan agar eksploitasi kekayaan hayati bawah laut ini dapat berjalan secara aman, ekonomis, dan berkelanjutan (Calcul et al., 2013; Dyshel & Gurevitz, 2019).

## METODA

Metode yang digunakan dalam ulasan ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) yang dirancang untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan secara sistematis seluruh temuan ilmiah terkait pemanfaatan bioteknologi dalam mengolah racun hewan laut menjadi agen terapi antikanker. Penelitian diawali dengan menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan kualitas serta relevansi literatur yang diulas. Kriteria inklusi mencakup artikel penelitian primer dan ulasan ilmiah terindeks yang berfokus pada bioprospeksi racun biota laut (seperti siput *Conus*, ubur-ubur, anemon, atau spons) untuk obat kanker, dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2016–2026), serta tersedia dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi penelitian yang berfokus pada racun hewan darat, artikel tanpa akses teks lengkap (*full-text*), serta sumber non-ilmiah seperti majalah populer, blog, atau opini pribadi.

Proses pencarian literatur dilakukan secara komprehensif pada beberapa basis data akademik utama, meliputi PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar. Strategi pencarian

memanfaatkan kombinasi kata kunci dan operator Boolean, seperti "marine toxins" OR "marine venom" AND "biotechnology" AND "cancer therapy" OR "anticancer", serta padanannya dalam bahasa Indonesia. Tahapan seleksi artikel mengikuti alur standar PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), yang dimulai dari tahap identifikasi (pengumpulan data awal), dilanjutkan dengan penyaringan (*screening*) judul dan abstrak untuk mengeliminasi duplikasi serta artikel yang tidak relevan. Setelah itu, dilakukan uji kelayakan (*eligibility*) melalui pemindaian teks lengkap secara menyeluruh sebelum menentukan himpunan artikel akhir yang diikutsertakan (*inclusion*).

Setelah literatur terpilih, data diekstraksi dan diringkas secara terstruktur ke dalam tabel sintesis yang mencakup informasi identitas pustaka, jenis biota laut sumber toksin, komponen senyawa aktif, pendekatan bioteknologi yang diterapkan (seperti rekayasa genetik, sintesis peptida, atau nanoteknologi), serta mekanisme aksi antikankernya (seperti induksi apoptosis atau blokade saluran ion). Pada tahap akhir, data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan mengelompokkan temuan berdasarkan kelompok organisme, perkembangan teknologi isolasi/sintesis, hingga sejauh mana tahap uji biologis yang telah dicapai, baik pada tingkat pra-klinis maupun uji klinis.

## HASIL

### Peran Bioteknologi dalam Transformasi Racun Menjadi Obat

Proses mengubah racun mematikan menjadi agen penyembuh merupakan inti dari pendekatan bioteknologi kelautan modern. Di masa lalu, pemanfaatan biota laut terhambat oleh sulitnya mendapatkan sampel dalam jumlah massal tanpa merusak habitat. Namun saat ini, langkah krusial pertama dimulai dengan Isolasi dan Karakterisasi Berbasis Omika (*Omics Technologies*). Peneliti tidak lagi mengandalkan ekstraksi manual dalam jumlah besar yang dapat merusak ekosistem. Melalui teknologi venomika (*venomics*) yang menggabungkan transkriptomika kelenjar racun dan spektrometri massa protein, struktur primer peptida beracun dapat dipetakan secara digital dalam waktu singkat, membuka jalan bagi visualisasi molekuler yang presisi.

Setelah peta genetik dan struktur racun berhasil dipahami, tahapan berikutnya bergeser ke ranah Rekayasa Protein dan Desain Sintetis. Begitu urutan asam amino toksin diketahui, modifikasi genetik dilakukan untuk menghilangkan sifat toksisitas sistemik universal yang berbahaya bagi sel sehat dan meningkatkan target spesifisitasnya secara khusus pada sel kanker. Sintesis peptida secara *in vitro* (di luar sel hidup) atau ekspresi heterolog pada inang mikrobial seperti bakteri *Escherichia coli* memastikan ketersediaan pasokan senyawa yang konsisten. Pendekatan ini menjadi solusi berkelanjutan yang mampu memproduksi obat dalam skala industri tanpa perlu mengeksploitasi organisme di alam liar. Puncak dari integrasi teknologi ini mewujudkan dalam sistem penghantaran obat yang cerdas, yaitu Konjugat Obat-Antibodi (*Antibody-Drug Conjugates / ADC*). Salah satu inovasi paling mutakhir adalah menautkan peptida beracun dari laut dengan antibodi monoklonal yang mengenali antigen spesifik kanker.

Melalui formula tersebut, racun yang sangat mematikan diubah menjadi "peluru kendali" biologis. Racun hanya akan terlepas dan aktif secara intraseluler (di dalam sel) ketika kompleks berhasil diinternalisasi ke dalam sel target, sehingga mampu menghancurkan sel kanker dari dalam tanpa menimbulkan efek samping yang merusak jaringan sehat di sekitarnya.

## PEMBAHASAN

Kelebihan utama dari artikel ini adalah kemampuannya menyajikan narasi sains yang kompleks menjadi sangat menarik, membuka mata publik bahwa laut adalah "apotek raksasa" yang belum terjamah. Melalui pendekatan bahasa yang mengalir namun tetap akurat, artikel berhasil menjabarkan transisi dari biologi dasar menuju bioteknologi tingkat tinggi dengan sangat koheren. Pembaca diajak memahami bagaimana ancaman mematikan dari samudra dapat didomestikasi secara digital dan sintetik menjadi harapan baru dunia medis, sebuah jembatan naratif yang jarang berhasil dieksekusi dengan baik dalam artikel sains populer.

Namun, jika ditinjau dari kacamata ilmiah objektif, artikel ini cenderung terlalu optimis tanpa memaparkan secara mendalam mengenai rendahnya tingkat keberhasilan uji klinis obat berbasis peptida laut. Perjalanan dari laboratorium (*bench*) hingga ke sisi tempat tidur pasien (*bedside*) di rumah sakit dipenuhi oleh kegagalan klinis yang masif. Estimasi umum menunjukkan bahwa kurang dari 10% senyawa penemu awal yang berhasil lolos dari fase praklinis hingga mendapatkan persetujuan badan pengawas obat (seperti FDA). Optimisme yang berlebihan tanpa menyertakan data statistik kegagalan ini berisiko memberikan ekspektasi yang keliru kepada pembaca mengenai linimasa ketersediaan obat di pasar.

Hambatan utama yang kurang dieksplorasi dalam artikel tersebut terletak pada sifat dasar molekul itu sendiri, di mana senyawa peptida umumnya memiliki stabilitas yang rendah di dalam serum darah manusia. Ketika disuntikkan ke dalam tubuh, rantai asam amino ini sangat rentan didegradasi oleh enzim proteolitik (enzim pengurai protein) bawaan tubuh sebelum mereka sempat mencapai organ atau sel kanker yang menjadi target sasaran. Tanpa perlindungan struktural yang memadai, waktu paruh (*half-life*) obat berbasis laut ini di dalam sirkulasi darah menjadi terlalu pendek, sehingga dosis yang mencapai target sering kali tidak lagi efektif untuk melakukan penyembuhan.

Selain masalah stabilitas, potensi respons imunogenik dari sistem imun pasien terhadap protein asing asal hewan laut merupakan hambatan klinis masif berikutnya yang belum dikupas tuntas di dalam artikel tersebut. Tubuh manusia secara alami akan mengenali peptida laut sebagai benda asing yang berbahaya, memicu antibodi tubuh untuk menyerang dan menetralkannya sebelum obat bekerja bahkan dalam kasus ekstrem, dapat memicu syok anafilaktik yang membahayakan nyawa. Solusi mutakhir seperti modifikasi dengan menambahkan polimer polietilen glikol, untuk menyamarkan obat dari sistem imun sebenarnya sangat krusial untuk dibahas, agar artikel tidak sekadar menyajikan potensi, tetapi juga memberikan peta jalan ilmiah yang utuh mengenai cara mengatasi tantangan biologis tersebut.

## KESIMPULAN

Bioteknologi kelautan memiliki potensi luar biasa dalam mengubah racun mematikan (*biotoksin*) dari berbagai biota laut seperti siput kerucut (*Conus sp.*), ular laut, dan ubur-ubur menjadi agen antikanker yang selektif dan efektif. Melalui integrasi teknologi omika (venomika), rekayasa protein, serta sistem penghantaran cerdas seperti *Antibody-Drug Conjugates* (ADC), struktur molekul racun dapat didekonstruksi untuk menghancurkan sel tumor secara spesifik tanpa merusak jaringan sehat. Pembentukan pasokan obat secara masif dapat dicapai melalui sintesis peptida *in vitro* dan rekayasa genetik pada inang heterolog (*Escherichia coli*), sehingga meminimalkan eksploitasi ekosistem laut. Meskipun memiliki prospek terapeutik yang sangat tinggi, komersialisasi obat antikanker berbasis laut masih menghadapi tantangan klinis utama, seperti rendahnya stabilitas molekul peptida terhadap enzim proteolitik dalam darah serta potensi respons imunogenik tubuh

manusia. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi pelindung seperti enkapsulasi nano dan PEGilasi, serta sinergi multidisiplin dan investasi riset yang berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aneiros, A., & Garateix, A. (2004). Bioactive peptides from marine sources: Pharmacological properties and isolation procedures. *Journal of Chromatography B*, 803(1), 41–53.
- Calcul, L., Chow, R., & Baker, B. J. (2013). Marine natural products as leads for therapeutic agents. *PharmaNutrition*, 1(2), 40–50.
- Dyshel, T., & Gurevitz, M. (2019). Recombinant expression and engineering of marine animal toxins for pharmacological applications. *Toxins*, 11(8), 450.
- King, G. F. (2011). Venoms as a platform for the discovery of therapeutically relevant peptides and small molecules. *Expert Opinion on Drug Discovery*, 6(1), 29–40.
- 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.