

## Dampak Toksikologi Minyak dan Dispersan Pada Ekosistem Perairan Setelah Tumpahan Minyak

Husna Adlin<sup>1)</sup>, Andrina Lovita<sup>2)</sup>, Nurfina<sup>3)</sup>, Firdus<sup>4)</sup>, Alia Riski<sup>5)</sup>, Muhammad Nasir<sup>6)</sup>.

<sup>1-6)</sup>S2 Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Indonesia

Email : husnaadlin@mhs.usk.ac.id

**Abstrak.** Peningkatan intensitas aktivitas maritim dan eksploitasi sumber daya laut berkontribusi pada tingginya risiko tumpahan minyak yang mengancam keseimbangan ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efek toksik yang ditimbulkan oleh minyak bumi dan bahan dispersan terhadap berbagai komponen biotik ekosistem akuatik pascakejadian tumpahan minyak. Pendekatan *systematic literature review* diterapkan dengan menganalisis publikasi ilmiah bereputasi yang terbit dalam rentang 2016 hingga 2026 melalui penelusuran pada basis data Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, PubMed serta Portal Garuda menggunakan metode analisis isi. Kajian ini mengungkapkan bahwa kandungan hidrokarbon dalam minyak mentah, khususnya PAH dan BTEX, memiliki karakteristik persisten dan bioakumulatif yang mampu memicu kerusakan fisiologis, hambatan pertumbuhan, disfungsi reproduksi, bahkan mortalitas pada berbagai organisme akuatik termasuk plankton, ikan, terumbu karang dan mangrove. Aplikasi dispersan kimiawi seperti Corexit 9500 diketahui memperparah kondisi tersebut dengan meningkatkan ketersediaan biologis senyawa beracun, terutama pada stadium larva dan organisme simbiotik karang. Paparan simultan minyak dan dispersan menghasilkan efek toksik yang jauh lebih tinggi dibandingkan paparan masing-masing komponen secara terpisah. Penerapan bioremediasi dan fitoremediasi dinilai sebagai strategi pemulihan ekosistem yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

**Abstract.** The growing intensity of maritime activities and marine resource exploitation has significantly elevated the risk of oil spills, posing a serious threat to the stability of aquatic ecosystems. This study aims to examine the toxic effects induced by petroleum and chemical dispersants on various biotic components of aquatic ecosystems in the aftermath of oil spill

incidents. A systematic literature review approach was employed by analyzing reputable scientific publications issued between 2016 and 2026, retrieved from Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, PubMed, and Portal Garuda databases using content analysis methods. The review reveals that hydrocarbon compounds in crude oil, particularly PAHs and BTEX, possess persistent and bioaccumulative characteristics capable of triggering physiological damage, growth inhibition, reproductive dysfunction, and even mortality across a wide range of aquatic organisms, including plankton, fish, coral reefs, and mangroves. The application of chemical dispersants such as Corexit 9500 has been shown to exacerbate these conditions by enhancing the biological availability of toxic compounds, particularly during larval stages and in coral symbiotic organisms. Simultaneous exposure to both oil and dispersants generates considerably higher toxic effects compared to exposure to each component individually. Bioremediation and phytoremediation are regarded as sustainable and environmentally sound strategies for ecosystem recovery.

**Keywords:** Bioremediation, dispersant, aquatic ecosystem, environmental toxicology, oil spill.

## **PENDAHULUAN**

Perairan merupakan salah satu ekosistem yang rentan mengalami degradasi akibat masuknya berbagai polutan yang berasal dari aktivitas antropogenik. Meningkatnya aktivitas maritim, seperti eksplorasi dan eksploitasi sumber daya laut, operasi pengeboran lepas pantai, serta pengangkutan minyak melalui jalur pelayaran, telah memperbesar risiko terjadinya pencemaran akibat tumpahan minyak (Agusthin *et al.*, 2024). Isu ini menjadi perhatian penting karena tumpahan minyak dan penggunaan dispersan dalam proses penanganannya dapat menimbulkan dampak toksik terhadap organisme perairan serta memengaruhi stabilitas ekosistem secara keseluruhan. Mengingat besarnya konsekuensi ekologis yang ditimbulkan, kajian mengenai mekanisme toksisitas, dampak lingkungan dan efektivitas metode mitigasi

pencemaran minyak menjadi aspek yang sangat penting dalam mendukung pengelolaan sumber daya perairan yang berkelanjutan.

Minyak bumi yang masuk ke lingkungan perairan mengandung berbagai senyawa kimia berbahaya, di antaranya hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) dan BTEX (benzena, toluena, etilbenzena dan xilena). Senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik, persisten, serta memiliki potensi bioakumulasi yang tinggi dalam jaringan organisme akuatik (Sattar *et al.* 2022). Keberadaan minyak di permukaan air membentuk lapisan kedap yang menghambat pertukaran gas antara atmosfer dan perairan, sekaligus menghalangi penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan oleh organisme fotosintetik (Adofo *et al.* 2022). Kondisi tersebut secara langsung mengganggu produktivitas primer perairan dan memengaruhi rantai makanan secara keseluruhan.

Sebagai upaya penanggulangan tumpahan minyak, penggunaan dispersan kimia telah menjadi salah satu metode yang umum diterapkan. Dispersan bekerja dengan cara memecah lapisan minyak di permukaan laut menjadi tetesan-tetesan kecil sehingga memperluas kontak antara minyak dan air, sekaligus meningkatkan laju biodegradasi oleh mikroorganisme (Yati *et al.* 2025). Meskipun demikian, penggunaan dispersan tidak sepenuhnya bebas dari risiko ekologis. Interaksi antara minyak dan dispersan diketahui dapat meningkatkan bioavailabilitas senyawa hidrokarbon di kolom air, sehingga memperbesar kemungkinan paparan terhadap organisme akuatik melalui mekanisme difusi maupun absorpsi langsung (De-Miguel-Jimenez *et al.* 2021).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa paparan kombinasi minyak dan dispersan menimbulkan dampak biologis yang lebih kompleks dibandingkan paparan minyak atau dispersan secara terpisah. Dampak tersebut mencakup stres oksidatif, penghambatan pertumbuhan, kerusakan sel, gangguan reproduksi, hingga kematian pada berbagai organisme akuatik seperti plankton, ikan, terumbu karang dan mangrove (Sundoko *et al.* 2025). Organisme pada fase larva dan stadium awal perkembangan dilaporkan memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap paparan senyawa toksik tersebut, sehingga dampaknya terhadap populasi dan ekosistem dapat berlangsung dalam jangka panjang.

Mengingat kompleksitas dampak yang ditimbulkan serta pentingnya ekosistem perairan bagi keberlangsungan kehidupan dan perekonomian, diperlukan kajian ilmiah yang komprehensif dan sistematis mengenai mekanisme toksisitas minyak dan dispersan terhadap berbagai komponen biotik perairan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis berbagai temuan penelitian terdahulu mengenai dampak toksikologi minyak dan dispersan terhadap ekosistem perairan pasca tumpahan minyak, serta mengkaji pendekatan remediasi yang tepat untuk meminimalkan dampak pencemaran secara berkelanjutan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode *studi literatur* untuk mengkaji berbagai referensi ilmiah terkait toksikologi dari minyak dan dispersan pasca tumpahan minyak. Sumber data berasal dari jurnal ilmiah, buku, serta referensi akademik lain. Kumpulan literatur yang ada dapat dianalisis secara deskriptif. Pengumpulan data dilakukan secara daring melalui penelusuran pada sejumlah basis data ilmiah nasional dan internasional yang terakreditasi, seperti Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, PubMed dan Portal Garuda. Literatur yang ditinjau dibatasi pada publikasi ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu 2016 hingga 2026, meliputi artikel jurnal, prosiding konferensi, serta laporan penelitian yang relevan.

Proses pemilihan literatur dilakukan dengan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan kesesuaian penelitian yang dipilih dengan topik kajian. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis isi (*content analysis*) untuk mengidentifikasi tema-tema utama, seperti mekanisme toksisitas minyak, implikasi lingkungan dari penggunaan dispersan, serta dampak campuran minyak dan dispersan terhadap organisme akuatik. Hasil analisis tersebut kemudian disintesis dan disajikan secara naratif untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai dampak toksikologis minyak dan dispersan pasca tumpahan minyak terhadap ekosistem perairan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Dampak Toksikologi Tumpahan Minyak di Ekosistem Perairan

Hasil penelitian terdahulu terkait dampak tumpahan minyak dan dispersan terhadap ekosistem perairan dapat dilihat pada tabel 1., sebagai berikut.

**Tabel 1.** Ancaman dan dampak tumpahan minyak di ekosistem perairan

Penulis	Judul	Organisme Terpapar	Hasil
Rikardi, N., Nurjaya, I. W., & Damar, A.	Indeks kepekaan lingkungan ekosistem mangrove terhadap tumpahan minyak: Studi kasus di Pesisir Subang, Jawa Barat.	Mangrove	Hasil perhitungan nilai Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL), ekosistem mangrove di pesisir Subang termasuk dalam kategori cukup peka dan peka terhadap tumpahan minyak. Tingkat kepekaan suatu kawasan terhadap tumpahan minyak menunjukkan pada kemampuan daerah pesisir dalam menerima dampak pencemaran minyak. Ekosistem mangrove dengan kategori IKL peka berpotensi tinggi terdampak pencemaran minyak dengan kerusakan yang tinggi baik secara ekonomi maupun ekologi (Rikardi <i>et al.</i> , 2021).
Suhery, N., Damar, A., & Effendi, H.	Indeks kerentanan ekosistem terumbu karang terhadap tumpahan minyak: Kasus Pulau Pramuka dan Pulau Belanda di Kepulauan Seribu.	Terumbu Karang	Hasil penilaian indeks kerentanan ekosistem terumbu karang terhadap tumpahan minyak, menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di Kepulauan Seribu memiliki kerentanan tinggi terhadap tumpahan minyak khususnya di Pulau Belanda. Paparan yang lama dengan level minyak yang rendah dapat membunuh karang seperti juga paparan yang sebentar namun level konsentrasi minyaknya

---

			tinggi. Toksisitas kronis minyak dapat mempengaruhi reproduksi karang, pertumbuhan, tingkah laku dan perkembangannya (Suhery et al., ).
Rahmawati, S., Agustini, R. K., & Efridadewi, A.	Analisis dampak serta penanggulangan tumpahan minyak di Perairan Bintan.	Ikan dan Terumbu Karang	Kontaminasi minyak pada tubuh ikan hingga kematian, termasuk pada organisme laut lainnya merupakan salah satu dampak cemaran tumpahan minyak di perairan Bintan. Kondisi ini dapat mengganggu rantai makanan dan merusak biodiversitas di wilayah tersebut. Terumbu karang dan padang lamun, yang penting untuk keberagaman hayati laut, juga dapat terpengaruh oleh tumpahan minyak (Rahmawati <i>et al.</i> , 2023).
Ardiansyah, M., Suryanto, A., & Haeruddin.	Hubungan konsentrasi minyak dan fenol dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Asem Binatur, Kota Pekalongan.	Fitoplankton	Konsentrasi cemaran minyak memiliki hubungan yang lemah dengan fitoplankton ketika tidak bersinggungan langsung dengan perairan atau mengendap di dasar perairan. Cemaran minyak akan mempengaruhi fitoplankton apabila berinteraksi langsung dengan perairan maupun fitoplankton itu sendiri, seperti membentuk lapisan minyak yang akan menghalangi penetrasi cahaya yang dibutuhkan fitoplankton untuk melakukan fotosintesis, ataupun ketika kandungan minyak tersebut dicerna langsung oleh fitoplankton (Ardiansyah <i>et al.</i> , 2017).

---

---

Maulana, P., Devi, I., & Lestari, D. A.	Analisis spasial Mangrove perubahan sebaran mangrove akibat tumpahan minyak di Laut Banten Utara.	Terjadi penurunan luas sebaran mangrove di Laut Banten Utara dari Tahun 2019 ke 2020, yang salah satunya disebabkan adanya pencemaran akibat limbah minyak. Deforestasi mangrove yang sedang berlangsung akan memberikan imbas terhadap kondisi lingkungan dengan kegiatan terkait yang ada di sekitar ekosistem mangrove tersebut (Maulana <i>et al.</i> , 2022).
--	---	--

---

Berdasarkan hasil ulasan dari artikel-artikel penelitian tersebut, diketahui bahwa pencemaran tumpahan minyak dapat menjadi ancaman bagi berbagai organisme yang hidup di perairan laut dan pesisir, di antaranya yaitu ikan, terumbu karang, fitoplankton, dan mangrove. Organisme-organisme ini memiliki kerentanan dan menerima mekanisme efek pencemaran yang berberda. Pencemaran tumpahan minyak sangat mempengaruhi keberlangsungan ikan, terumbu karang, dan fitoplankton yang cenderung tersebar luas di perairan laut. Adapun sedangkan pada mangrove yang berada di pesisir pantai memiliki indeks kerentanan lingkungan dari cukup peka hingga peka. Hasil ini sesuai dengan Suryati (2020) yang menyebutkan bahwa beberapa jenis flora/fauna, terutama di wilayah perairan memiliki tingkat kepekaan berbeda terhadap cemaran tumpahan minyak ini.

Pencemaran minyak merupakan sumber pencemaran utama yang membahayakan ekosistem laut, karena laut dan biota sangat rentan terhadap minyak. Minyak dapat menutupi permukaan air laut, dan secara kimia, minyak mengandung senyawa aromatik hidrokarbon yang bersifat racun dan bisa mematikan bagi organisme laut. Minyak bumi mengandung berbagai senyawa kimia berbahaya seperti hidrokarbon, BTEX (benzena, toluena, etilbenzena dan xilena) serta PAH (polisiklik aromatik hidrokarbon). Kontaminasi zat-zat ini di air laut akan menyebabkan penurunan kualitas air dan menimbulkan efek toksik terhadap

organisme laut. Minyak bumi juga bersifat karsinogenik dan mutagenik sehingga bisa mengganggu kesehatan makhluk hidup (Herawati *et al.* 2024).

Komponen hidrokarbon pada minyak yang bersifat toksik dilaporkan berpengaruh pada reproduksi, perkembangan, pertumbuhan, dan perilaku biota laut, terutama pada plankton dan ikan. Secara langsung minyak dapat menyebabkan kematian pada ikan karena kekurangan oksigen, keracunan karbon dioksida, dan keracunan langsung oleh bahan berbahaya (Darza, 2020). Herawati *et al.* (2024) menyebutkan bahwa plankton merupakan salah satu indikator pencemaran, di mana beberapa plankton bersifat toleran dan memberikan respons yang berbeda terhadap perubahan kualitas laut.

Pencemaran minyak juga dapat mengancam ekosistem terumbu karang. tumpahan minyak di laut dapat memberikan paparan pada terumbu karang melalui minyak yang mengapung pada permukaan air dan minyak yang tenggelam. Minyak yang mengapung pada permukaan air akan mengganggu organisme yang hidup pada permukaan perairan, meningkatkan suhu perairan, menghalangi intensitas cahaya matahari dan pertukaran gas dari atmosfer. Endapan minyak di substrat dasar laut dapat menyebabkan kematian, mempengaruhi tingkah laku, reproduksi, dan pertumbuhan perkembangan hewan yang mendiami daerah tersebut. Paparan minyak dan *dispersant* dilaporkan berdampak buruk terhadap koloni karang dan larva karang. Paparan minyak akan menimbulkan respon stress terumbu karang, antara lain kematian jaringan lokal (*necrosis*), gangguan respon makan, gangguan retraksi polip, gangguan kemampuan pembersihan sedimen, gangguan partum-buhan (penurunan laju kalsifikasi), kerusakan gonad (penurunan kesuburan), kematian larva, gangguan penempelan larva, kerusakan *Coenosarc* (jaringan di polip), *bleaching* ledakan zooxanthellae, penurunan produksi zooxanthellae, dan *muscle atrophy* (terhentinya pertumbuhan otot) (Suhery *et al.*, 2017).

Pencemaran akibat tumpahan minyak tidak hanya menimbulkan pencemaran di perairan, tapi juga dapat menyebar hingga ke daerah pesisir. Salah satu ekosistem pesisir yang rentan terhadap tumpahan minyak adalah hutan mangrove. Tumpahan minyak dapat menyebabkan kematian mangrove akibat minyak menutupi pori-pori akar yang menghalangi transfer oksigen atau akibat zat kimia beracun yang

terkandung dalam minyak. Tumpahan minyak yang terjadi dalam waktu lama tidak hanya mengakibatkan kematian mangrove tetapi juga bisa menyebabkan hilangnya ekosistem mangrove (Rikardi *et al.*, 2021).

Dampak buruk dari pencemaran minyak yang menurunkan kualitas hidup bioa laut dapat berpengaruh lebih hingga pada perkembangan ekonomi, di mana perairan laut merupakan salah satu sumber pencaharian masyarakat. Purwendah (2020) menyebutkan bahwa lingkungan laut merupakan bagian dari perekonomian suatu negara, salah satunya Indonesia yang memiliki perairan dengan potensi tinggi. Menurut Ramadhan *et al.* (2017), perairan Indonesia merupakan jalur transportasi yang strategis sebagai lalu lintas kapal-kapal barang dimana dilintasi sekurangnya 70% angkutan barang melalui laut dari Eropa, Timur Tengah dan Asia Selatan ke wilayah Pasifik, dan sebaliknya. Posisi strategis ini, selain menguntungkan juga mengandung resiko berupa dampak negatif dari kemungkinan terjadinya tumpahan minyak, yang dapat mengakibatkan turunnya mata pencaharian pokok mereka di masyarakat.

Berdasarkan masalah tersebut beberapa upaya penanganan masalah pencemaran lingkungan telah dilakukan. Prakarita dan Wulandarie (2018) menyebutkan penanganan kondisi lingkungan yang tercemari minyak dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Remediasi dengan metode fisik-kimia yaitu dengan menggunakan sorben, pendispersian, metode pembakaran minyak, dan metode alternatif menggunakan surfaktan nonionik. Adapun metode biologi dapat dilakukan menggunakan metode Bioremediasi dan fitoremediasi (Astuti dan Titah, 2020). Surfaktan nonionik adalah bahan esensial yang tidak beracun dengan konsentrasi ambang batas lebih dari 100g/kg dan bersifat *biodegradabel* (Prakarita dan Wulandarie, 2018).

Bioremediasi merupakan teknologi yang menggunakan mikroba untuk mengolah (*cleaning*) hidrokarbon minyak melalui mekanisme biodegradasi alamiah (*intrinsic bioremediation*) ataupun dengan meningkatkan mekanisme biodegradasi alamiah dengan menambahkan mikroba, nutrien, donor elektron dan atau akseptor elektron (*enhanced bioremediation*). Metode degradasi secara biologi dapat dilakukan menggunakan mikroorganisme pendegradasi minyak bumi. Bakteri yang umum digunakan ialah bakteri hidrokarbonoklastik, yang mampu mendegradasi senyawa

hidrokarbon yang terdapat dalam limbah minyak, yang secara alami mampu mengikat, mengemulsi, mentranspor, dan mendegradasi hidrokarbon. Bakteri ini mendegradasi senyawa hidrokarbon dengan cara memotong rantai hidrokarbon tersebut menjadi lebih pendek dengan melibatkan berbagai enzim (Prakarita dan Wulandarie, 2018).

Fitoremediasi merupakan upaya remediasi lingkungan dengan menggunakan tanaman, termasuk pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air, untuk menghilangkan atau memecahkan bahan-bahan berbahaya dari lingkungan. Fitoremediasi dapat diaplikasikan pada limbah organik maupun anorganik dalam bentuk padat, cair, dan gas (Suryati, 2020). Astuti dan Titah (2020) menyebutkan bahwa tumbuhan dapat digunakan untuk memisahkan atau mendetoksifikasi berbagai jenis kontaminan yang terdapat di lingkungan. Tumbuhan memiliki beberapa mekanisme untuk mendegradasi pencemar di lingkungan. Mekanisme fitoremediasi dilakukan oleh tumbuhan dengan diambilnya pencemar dari tanah oleh akar. Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan, seperti mekanisme rizodegradasi pada akar, fitodegradasi dalam tumbuhan, dan fitovolatilasi pada daun.

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk fitoremediasi adalah tumbuhan mangrove, karena mangrove merupakan tumbuhan yang kuat akan salinitas tinggi seperti air laut. Selain itu, mangrove juga mampu meremediasi pencemar yang dalam kasus ini merupakan polutan minyak bumi. Salah satu contohnya adalah upaya remediasi lingkungan di Pesisir Karawang yang menggunakan metode fitoremediasi sebagai alternatif dalam mendegradasi polutan minyak bumi dan merehabilitasi pencemaran pada pesisir. Metode ini dilakukan dengan menanam empat jenis tumbuhan mangrove, yaitu *Avicennia*, *Rhizophora*, *Brugueria*, dan *Sonneratia* sesuai zonasi mangrove (Astuti dan Titah, 2020).

### **Dampak Toksikologi Dispersan di Ekosistem Perairan**

Berdasarkan hasil pada penelitian sebelumnya, bahan kimia dispersan seperti Corexit 9500 memiliki tingkat racun yang tinggi terhadap makhluk laut, terutama di fase awal perkembangan dan simbiosis karang. Larva dari spesies karang seperti *Acropora*

*millepora* terbukti mengalami gangguan terhadap settlement dan metamorfosis larva. Menurut Negri *et al.* (2018) kecepatan timbulnya efek beracun pada larva diduga disebabkan oleh ukurannya yang kecil dan perbandingan antara luas permukaan dengan massa tubuh yang besar. Hal ini membuat zat berbahaya lebih cepat dan mudah terakumulasi di dalam larva karang. Symbion dari kelompok Symbiodiniaceae menunjukkan penurunan tingkat kelangsungan hidup dan efektivitas fotosintesis. Menurut Varasteh *et al.* (2024) dampak yang sangat merugikan dalam waktu singkat akibat dispersan dan kombinasi minyak–dispersan terlihat dengan nyata. Tingkat konsentrasi minyak yang minimal (0,005 ml/l), sudah terjadi penurunan pertumbuhan seluler serta berkurangnya kemampuan fotosintesis.

Karang yang telah mencapai tahap dewasa penggunaan dispersan dapat menimbulkan pemutihan, kerusakan jaringan, bahkan kematian dalam waktu yang singkat. Dispersan yang bercampur dengan minyak diketahui meningkatkan tingkat toksisitas. Menurut Wardhani dan Titah (2020) kombinasi minyak dan dispersan memiliki toksisitas lebih tinggi dibandingkan minyak mentah secara terpisah, sehingga berpotensi lebih berbahaya bagi ekosistem laut karena dapat terakumulasi dalam organisme dan menyebar melalui jaring-jaring makanan. Hasil ini sejalan dengan Meinarni (2016) yang menunjukkan bahwa campuran dispersan dan minyak memiliki sifat lebih toksik dibandingkan minyak tanpa penambahan dispersan. Studi *in vitro* menunjukkan minyak yang terdispersi secara kimia dapat memiliki efek merugikan pada kesehatan manusia. Berdasarkan penelitian Liu *et al.* (2017) menunjukkan bahwa minyak yang didispersikan secara kimia dapat berpotensi menimbulkan perubahan ekspresi gen yang berkaitan dengan kanker dan sistem imun.

**Tabel 2.** Dampak Toksikologi Dispersan

Lokasi Penelitian	Kelompok biota terdampak	Hasil	Referensi
Esk Island, di wilayah Great Barrier Reef, Australia	Larva karang pembentuk terumbu dari ( <i>Acropora millepora</i> )	Dispersan menghambat settlement dan metamorfosis larva karang	Negri <i>et al.</i> , (2019)

Laboratorium Universitas Brawijaya, Indonesia	Fitoplankton laut yaitu <i>Tetraselmis chuii</i> dan <i>Chaetoceros calcitrans</i>	( <i>Acropora millepora</i> ) Dispersan paling toksik terutama pada <i>Chaetoceros calcitrans</i> dan dapat menurunkan pertumbuhan fitoplankton	Asadi <i>et al.</i> , (2017)
Guangdong Ocean University, China	Organisme laut seperti ikan, plankton, invertebrata, burung laut, dan mamalia laut	Tumpahan minyak dan dispersan menyebabkan kematian serta gangguan fisiologi, pertumbuhan, dan reproduksi organisme laut	Adzigbli dan Yuewen, (2018)
Terumbu mesofotik di Teluk Meksiko	Karang oktokoral ( <i>Swiftia exserta</i> )	Dispersan dan kombinasi minyak dispersan menyebabkan kematian pada karang ( <i>Swiftia exserta</i> ) secara cepat pada $\leq 48$ jam	Garcia <i>et al.</i> , (2017)
Fragmen karang dari wilayah Karibia, Atlantik, Florida	Karang tanduk rusa ( <i>Acropora cervicornis</i> ) dan karang jari tipis ( <i>Porites divaricata</i> )	Dispersan Corexit 9500a lebih toksik pada karang dibandingkan ThickSlick 6535 karena telah menimbulkan efek meskipun pada konsentrasi yang lebih rendah	Blakeslee, (2025)
Teluk Meksiko	Tiram timur ( <i>Crassostrea virginica</i> ) pada beberapa tahap hidup	Paparan minyak dan dispersan meningkatkan larva tidak aktif. Tahap pediveliger paling rentan	Varasteh <i>et al.</i> , (2024)
Laboratorium, St. Mary's College of Maryland, Amerika Serikat			Studivan <i>et al.</i> , (2015)

---

Sistem simulasi lingkungan laut, Brazil	Soft coral ( <i>Xenia elongata</i> ) yang memiliki zooxanthellae	dengan penurunan <i>settlement</i> hingga $\pm 50\%$ Terjadi peningkatan bleaching zooxanthellae	Silva <i>et al.</i> , (2019)
Teluk Meksiko	Karang api ( <i>Millepora alcicornis</i> )	(simbion) seiring naiknya konsentrasi dispersan Corexit 9500 menyebabkan penurunan kesehatan karang dan perubahan komunitas mikroba karang	Deleo <i>et al.</i> , (2016)
	Spesies karang <i>Paramuricea</i> tipe B3, <i>Callogorgia delta</i> , dan <i>Leiopathes glaberrima</i>	Tiga spesies karang mengalami penurunan kesehatan lebih parah akibat dispersan dan campuran minyak-dispersan dibandingkan minyak saja	

---

## SIMPULAN

Berdasarkan review jurnal tersebut dapat disimpulkan bahwa tumpahan minyak merupakan salah satu sumber utama pencemaran di ekosistem perairan yang memiliki dampak toksik signifikan terhadap komponen biotik maupun abiotik. Senyawa hidrokarbon seperti PAH, BTEX dan fraksi minyak lainnya bersifat persisten, bioakumulatif, serta memiliki sifat karsinogenik, mutagenik dan teratogenik. Paparan minyak dapat mengganggu keseimbangan rantai makanan serta menyebabkan

perubahan fisiologis, penurunan pertumbuhan, gangguan reproduksi, hingga kematian pada organisme akuatik seperti plankton, ikan, terumbu karang dan mangrove. Se jauh ini, penggunaan dispersan sebagai metode penanggulangan tumpahan minyak terbukti efektif dalam memecah lapisan minyak di permukaan namun, penggunaannya juga meningkatkan bioavailabilitas senyawa toksik sehingga memperbesar risiko bahaya bagi organisme laut. Kombinasi paparan antara minyak dan dispersan menunjukkan efek toksik yang lebih kompleks dan lebih tinggi dibandingkan paparan tunggal. Oleh karena itu, pertimbangan ekologis sangat penting dalam penggunaannya. Untuk meminimalkan dampak pencemaran secara berkelanjutan, pemulihan lingkungan dapat dilakukan melalui pendekatan fisik, kimia dan biologi seperti bioremediasi dan fitoremediasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adofo, Y.K., Nyankson, E., & Agyei-Tuffour, B. 2022. Dispersants as an oil spill cleanup technique in the marine environment: a review, *Heliyon*, 8 (8), 1-19.
- Adzibbli, L., & Yuewen, D. 2018. Assessing the impact of oil spills on marine organisms. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 6, 179 : 472-479.
- Agusthin, I. D., Ramadhani, S. P., & Fikri, M. A. H. 2024. Mitigasi penanggulangan tumpahan minyak (oil spill) di Perairan Laut Kepulauan Riau berdasarkan law of the sea convention. *Jembatan Hukum: Kajian Ilmu Hukum, Sosial Dan Administrasi Negara*, 1 (2), 186-208.
- Al-Marri, S., Eldos, H.I., Ashfaq, M.Y., Saeed, S., Skariah, S., Varghese, L., Mohamoud, Y.A., Sultan, A. A., & Raja, M.M. 2023. Isolation, identification, and screening of biosurfactant-producing and hydrocarbon-degrading bacteria from oil and gas industrial waste. *Biotechnology Reports*, 39:1-14.
- Ardiansyah, M., Suryanto, A., & Haeruddin. (2017). Hubungan konsentrasi minyak dan fenol dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Asem Binatur, Kota Pekalongan. *Journal of Maquares*, 6, 99.
- Asadi, M. A., Iranawati, F., & Rinani, D. 2017. Toxicities of diesel oil, dispersant and dispersed oil to *Tetraselmis chuii* and *Chaetocheros calcitrans*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 16: 873-878.
- Astuti, A. D., & Titah, H. S. (2020). Studi fitoremediasi polutan minyak bumi di wilayah pesisir tercemar menggunakan tumbuhan mangrove (studi kasus: tumpahan minyak mentah sumur YYA-1 pesisir karawang jawa baat. *Jurnal Teknik ITS*, 9, 111-115.
- Blakeslee, A. 2025. Effects of Oil Spill Response Agents on Scleractinian Corals *Acropora cervicornis* and *Porites divaricata* (Master of Science). Nova Southeastern University, Florida.
- Darza, S. E. (2020). Dampak pencemaran bahan kimia dari perusahaan kapal Indonesia terhadap ekosistem laut. *Jurnal Ilmiah MEA*, 4, 1837-1843.

- DeLeo, D. M., Ruiz-Ramos, D. V., Baums, I. B., & Cordes, E. E. 2016. Response of deep-water corals to oil and chemical dispersant exposure. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 129, 137-147.
- DeMiguel-Jiménez, L., Etxebarria, N., Lekube, X., Izagirre, U., & Marigómez, I. 2021. Influence of dispersant application on the toxicity to sea urchin embryos of crude and bunker oils representative of prospective oil spill threats in arctic and sub-arctic seas, *Marine Pollution Bulletin*, 172 (11), 1-13.
- Frometa, J., DeLorenzo, M. E., Pisarski, E. C., & Etnoyer, P. J. 2017. Toxicity of oil and dispersant on the deep water gorgonian octocoral *Swiftia exserta*, with implications for the effects of the Deepwater Horizon oil spill. *Marine pollution bulletin*, 122, 91-99.
- Garcia, S. M., Du Clos, K. T., Hawkins, O. H., & Gemmell, B. J. (2020). Sublethal effects of crude oil and chemical dispersants on multiple life history stages of the eastern oyster. *Crassostrea virginica*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8: 808.
- Liu, Y. Z., Zhang, L., Roy-Engel, A. M., Saito, S. Lasky, J. A., Wang, G., & Wang, H. 2017. Carcinogenic effects of oil dispersants: A KEGG pathway-based RNA-seq study of human airway epithelial cells. *Gene*, 602: 16-23.
- Maulana, P., Devi, I., & Lestari, D. A. (2022). Analisis spasial perubahan sebaran mangrove akibat tumpahan minyak di Laut Banten Utara. *PENA Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 21, 91.
- Meinarni, N. P. S. 2016. Dampak pencemaran lingkungan laut terhadap Indonesia akibat tumpahan minyak Montara di Laut Timor. *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 2: 228-235.
- Negri, A. P., Luter, H. M., Fisher, R., Brinkman, D. L., & Irving, P. 2018. Comparative toxicity of five dispersants to coral larvae. *Scientific reports*, 8 : 1-11.
- Prakarita, I. G. F., & Wulansarie, R. (2018). Review analisis teknologi degradasi limbah minyak bumi untuk mengurangi pencemaran air laut di Indonesia. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 3, 80-81.
- Purwendah, E. K. (2020). Persepsi budaya hukum dalam merespon pencemaran minyak di laut cilacap akibat kapal tanker dalam perspektif keadilan ekossosial. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Undiksha*, 8, 93-102.
- Rahmawati, S., Agustini, R. K., & Efridadewi, A. (2023). Analisis dampak serta penanggulangan tumpahan minyak di Perairan Bintan. *Aufklarung: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 3, 5-6.
- Ramadhan, A., Suryawati, S. H., & Koeshendrajana, S. (2017). Pendekatan valuasi ekonomi untuk menghitung dampak ekonomi akibat tumpahan minyak di wilayah pesisir dan laut. *J. Sosek KP*, 12 : 1-4.
- Rikardi, N., Nurjaya, I. W., & Damar, A. (2021). Indeks kepekaan lingkungan ekosistem mangrove terhadap tumpahan minyak: studi kasus di Pesisir Subang, Jawa Barat. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13, 1-17.
- Sattar, S., Hussain, R., Shah, S.M., Bibi, S., Ahmad, S.R., Shahzad, A., Zamir, A., Rauf, Z., Noshad, A., & Ahmad, L. 2022. composition, impacts, and removal of liquid petroleum waste through bioremediation as an alternative clean-up technology: a review, *Heliyon*, 8 (10), 1-10.
- Silva, D. P., Villela, H. D., Santos, H. F., Duarte, G. A., Ribeiro, J. R., Ghizelini, A. M., & Peixoto, R. S. 2021. Multi-domain probiotic consortium as an alternative to

- chemical remediation of oil spills at coral reefs and adjacent sites. *Microbiome*, 9: 118.
- Suhery, N., Damar, A., & Effendi, H. (2017). Indeks kerentanan ekosistem terumbu karang terhadap tumpahan minyak: kasus pulau pramuka dan pulau belanda di Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9, 68-86.
- Sundoko, A., Ayer, P. I. L., Susanti, O., Dolorosa, M. T., Wanimbo, E., Admaja, A. K., ... & Mutamimah, D. (2025). *Bioprospeksi Dan Remediasi Kelautan*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Suryati, T. (2020). Fitoremediasi cemaran hidrokarbon minyak bumi menggunakan potensi tumbuhan *Typha angustifolis*. *JRL*, 13, 20-21.
- Tanan, A. (2022). *Analisis Kualitatif Senyawa Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (Hap) Dalam Sedimen Permukaan*. Pelabuhan Soekarno-Hatta, Makassar.
- Varasteh, T., Lima, M. S., Silva, T. A., da Cruz, M. L. R., Ahmadi, R. A., Atella, G. C., & Thompson, C. C. 2024. The dispersant Corexit 9500 and (dispersed) oil are lethal to coral endosymbionts. *Marine Pollution Bulletin*, 203 : 1-9.
- Wardhani, W. K., & Titah, H. S. 2021. Studi literatur alternatif penanganan tumpahan minyak mentah menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* (Studi Kasus: tumpahan minyak mentah sumur YYA-1). *Jurnal Teknik ITS*, 9, 97-102.
- Yati, K. N., Yani, M., & Fauzi, A. M. (2025). Efektivitas Bioremediasi Air Laut yang Terkontaminasi Minyak Mentah menggunakan Oil Spill Dispersant (OSD) dan *Bacillus subtilis* CYA27. *Journal of Marine Research*, 14 (13),631-644.