



DAMPAK PENCEMARAN LAUT TERHADAP KEBERLANJUTAN SUMBER DAYA IKAN DEMERSAL

Risman¹⁾

¹⁾ Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Indonesia
Email: risman111@gmail.com

Abstract

Marine pollution is one of the major threats to the sustainability of fisheries resources, particularly demersal fish that inhabit the seabed. This study aims to analyze the relationship between the level of marine pollution and the sustainability of demersal fish in the coastal waters of X Regency, Y Province. A descriptive quantitative approach was used, involving primary data collection through water and sediment sampling, fish catch monitoring, and secondary data from related institutions. Laboratory analysis revealed that concentrations of heavy metals such as Hg, Pb, and Cd in several locations exceeded the marine environmental quality standards. A decline in dissolved oxygen (DO) levels and elevated total suspended solids (TSS) further worsened the condition of the benthic habitat. Catch data from local fishermen showed a consistent decline in both the quantity and size of demersal fish over the past five years. Correlation analysis indicated a significant negative relationship between pollution levels and fish catch. Spatial disparities were also observed, with areas farther from pollution sources showing better resource potential. These findings suggest that marine pollution directly affects both ecosystems and the socio-economic conditions of coastal communities. Therefore, integrated efforts are needed to control pollution and protect benthic habitats to ensure the sustainability of demersal fish resources.

Keywords: Marine Pollution, Demersal Fish, Sustainability, Water Quality, Coastal Zone.

Abstrak

Pencemaran laut merupakan salah satu ancaman utama terhadap keberlanjutan sumber daya perikanan, khususnya ikan demersal yang hidup di dasar perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara tingkat pencemaran laut dan kondisi keberlanjutan ikan demersal di wilayah pesisir Kabupaten X, Provinsi Y. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan pengumpulan data primer melalui pengambilan sampel air, sedimen, dan hasil tangkapan nelayan, serta data sekunder dari instansi terkait. Analisis laboratorium menunjukkan bahwa kadar logam berat seperti Hg, Pb, dan Cd di beberapa titik melampaui ambang batas baku mutu lingkungan laut. Penurunan kadar oksigen terlarut dan tingginya kadar TSS turut memperburuk kualitas habitat dasar laut. Hasil tangkapan nelayan menunjukkan penurunan jumlah dan ukuran ikan demersal dalam lima tahun terakhir. Analisis korelasi menunjukkan hubungan negatif signifikan antara tingkat pencemaran dan hasil tangkapan ikan. Selain itu, terdapat ketimpangan spasial dalam distribusi sumber daya ikan, di mana wilayah yang lebih jauh dari sumber pencemar memiliki potensi yang lebih baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa pencemaran laut berdampak langsung terhadap ekosistem dan ekonomi masyarakat pesisir. Oleh karena itu, diperlukan upaya terpadu dalam pengendalian pencemaran dan perlindungan habitat dasar laut guna menjaga keberlanjutan sumber daya ikan demersal.

Kata Kunci: Pencemaran Laut, Ikan Demersal, Keberlanjutan, Kualitas Air, Pesisir.



PENDAHULUAN

Laut merupakan salah satu ekosistem terbesar di bumi yang memiliki peran penting dalam menopang kehidupan, terutama dalam menyediakan sumber daya hayati seperti ikan demersal. Ikan demersal adalah kelompok ikan yang hidup di dasar perairan dan memiliki nilai ekonomi tinggi bagi masyarakat pesisir serta industri perikanan (FAO, 2020). Keberadaan mereka sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan dasar laut, yang kini menghadapi ancaman serius akibat pencemaran laut yang terus meningkat.

Pencemaran laut terjadi akibat masuknya berbagai jenis limbah seperti limbah domestik, industri, pertanian, dan plastik ke dalam ekosistem laut. Limbah tersebut mengandung bahan-bahan berbahaya seperti logam berat, pestisida, dan mikroplastik yang dapat merusak habitat bentik dan memengaruhi kesehatan biota laut (Islam & Tanaka, 2004). Akumulasi zat pencemar di dasar laut menciptakan kondisi yang tidak ideal bagi kelangsungan hidup ikan demersal, baik dari segi kualitas substrat maupun ketersediaan makanan alami.

Kondisi ini menjadi sangat memprihatinkan mengingat ikan demersal memegang peranan penting dalam rantai makanan laut serta dalam menunjang perekonomian lokal. Kerusakan habitat dasar laut seperti padang lamun dan terumbu karang yang disebabkan oleh pencemaran berkontribusi langsung terhadap penurunan populasi ikan demersal (Gray, Wu, & Or, 2002). Selain itu, pencemaran juga dapat menyebabkan perubahan fisiologis dan perilaku ikan yang berdampak pada penurunan tingkat reproduksi dan daya tahan terhadap penyakit.

Berbagai studi menunjukkan bahwa penurunan kualitas perairan laut berdampak langsung pada hasil tangkapan ikan demersal. Menurut penelitian oleh Dureuil et al. (2018), daerah yang mengalami degradasi lingkungan menunjukkan penurunan produktivitas sumber daya ikan dasar secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran laut tidak hanya berdampak ekologis, tetapi juga memiliki konsekuensi ekonomi dan sosial yang luas bagi nelayan dan pelaku industri perikanan.

Upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya ikan demersal perlu memperhatikan aspek pencemaran sebagai faktor utama yang memengaruhi keberlanjutan. Strategi pengelolaan yang efektif harus mencakup pengurangan beban pencemaran, perlindungan habitat bentik, serta pemantauan kualitas perairan secara berkala (Halpern et al., 2008). Tanpa langkah mitigasi yang konkret, keberlanjutan sumber daya ikan demersal akan semakin terancam, dan pada akhirnya mengganggu ketahanan pangan laut.

Dengan demikian, penting untuk mengkaji lebih dalam bagaimana pencemaran laut berdampak terhadap sumber daya ikan demersal, baik dari aspek biologis,

ekologis, maupun sosial ekonomi. Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai hubungan antara tingkat pencemaran laut dan keberlanjutan ikan demersal, sekaligus mengusulkan pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem yang berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Ikan demersal merupakan kelompok ikan yang hidup di dasar perairan, seperti dasar laut atau dasar perairan pesisir. Mereka memiliki peranan penting dalam ekosistem laut karena berada di tingkat trofik menengah hingga tinggi serta menjadi sumber utama tangkapan nelayan di banyak wilayah pesisir. Menurut FAO (2020), ikan demersal menyumbang porsi yang signifikan terhadap total produksi perikanan tangkap dunia, terutama di negara-negara berkembang yang bergantung pada sektor kelautan.

Namun, populasi ikan demersal mengalami tekanan yang semakin besar akibat berbagai faktor antropogenik, salah satunya adalah pencemaran laut. Pencemaran dari daratan, seperti limbah industri dan pertanian, sering kali mengandung logam berat, nutrisi berlebih, dan mikroplastik yang terakumulasi di dasar perairan. Studi oleh Islam dan Tanaka (2004) menunjukkan bahwa logam berat dan senyawa toksik dapat mengganggu sistem metabolisme dan reproduksi ikan yang hidup di dasar laut, sehingga menurunkan produktivitas populasi mereka.

Kondisi lingkungan bentik yang tercemar juga memengaruhi struktur komunitas dan keanekaragaman hayati. Gray, Wu, dan Or (2002) menegaskan bahwa peningkatan beban organik dan rendahnya kadar oksigen (hipoksia) di dasar laut dapat menyebabkan hilangnya spesies bentik sensitif dan menurunkan daya dukung habitat ikan demersal. Dalam jangka panjang, degradasi kualitas substrat dapat menyebabkan hilangnya daerah pemijahan dan pembesaran alami.

Kerusakan lingkungan laut akibat pencemaran juga berdampak secara sosial dan ekonomi. Dureuil et al. (2018) menemukan bahwa wilayah yang mengalami tekanan ekologis tinggi akibat aktivitas manusia menunjukkan penurunan hasil tangkapan ikan dasar secara drastis. Hal ini tentu mengancam keberlanjutan mata pencaharian nelayan lokal dan stabilitas ekonomi sektor perikanan.

Upaya mitigasi terhadap pencemaran laut sangat penting dalam rangka melindungi sumber daya ikan demersal. Pendekatan berbasis ekosistem yang mengintegrasikan perlindungan habitat, pengurangan beban pencemaran, serta pengaturan aktivitas penangkapan secara berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan pengelolaan. Halpern et al. (2008) menekankan perlunya pemetaan tekanan manusia terhadap laut untuk



merumuskan strategi konservasi yang efektif dan tepat sasaran.

Dengan demikian, berbagai literatur menunjukkan bahwa pencemaran laut memberikan dampak signifikan terhadap kelangsungan sumber daya ikan demersal. Baik dari aspek ekologi, fisiologi, maupun ekonomi, tekanan dari polutan di lingkungan dasar laut berpotensi menurunkan keberlanjutan populasi ikan ini. Oleh karena itu, penting bagi para peneliti dan pengambil kebijakan untuk terus memantau, menilai, dan mengendalikan pencemaran laut sebagai langkah strategis dalam pelestarian sumber daya ikan demersal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk mengkaji hubungan antara tingkat pencemaran laut dan keberlanjutan sumber daya ikan demersal. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi lingkungan perairan serta dampaknya terhadap populasi dan distribusi ikan demersal. Fokus utama penelitian adalah untuk mengukur sejauh mana parameter pencemaran memengaruhi ekosistem dasar laut dan produktivitas perikanan, terutama bagi komunitas nelayan di wilayah pesisir.

Penelitian dilaksanakan di wilayah perairan pesisir Kabupaten X, Provinsi Y, yang merupakan salah satu sentra perikanan demersal di Indonesia. Lokasi ini dipilih secara purposif karena adanya aktivitas antropogenik intensif seperti industri pesisir, pemukiman padat, dan aktivitas perikanan tangkap yang berpotensi menghasilkan limbah pencemar ke laut. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama tiga bulan, yaitu dari bulan Juni hingga Agustus 2024, dengan mempertimbangkan kondisi musim dan faktor oseanografi yang dapat memengaruhi kualitas perairan.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel air laut dan sedimen untuk dianalisis di laboratorium, serta data hasil tangkapan ikan demersal dari nelayan setempat. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari instansi seperti Dinas Kelautan dan Perikanan, Badan Lingkungan Hidup, serta lembaga kelautan lainnya. Data sekunder mencakup informasi mengenai kualitas air (seperti kandungan logam berat, oksigen terlarut, dan TSS), data hasil tangkapan tahunan, serta peta penggunaan lahan dan zonasi wilayah pesisir.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode stratified sampling berdasarkan kedalaman dan karakteristik pencemaran di zona perairan. Sampel air dan sedimen diambil dari beberapa titik lokasi dengan alat oceanografis standar, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi konsentrasi logam berat seperti merkuri

(Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd), serta parameter kualitas air lainnya seperti DO dan TSS. Sementara itu, data tentang ikan demersal diperoleh melalui observasi langsung di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) serta wawancara semi-terstruktur kepada nelayan mengenai jumlah, ukuran, dan jenis tangkapan dalam beberapa tahun terakhir.

Analisis data dilakukan secara statistik dan spasial. Data laboratorium dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu lingkungan laut sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021. Selain itu, digunakan analisis korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara tingkat pencemaran dengan indikator keberlanjutan ikan demersal seperti jumlah tangkapan dan ukuran ikan. Untuk keperluan pemetaan, digunakan perangkat lunak ArcGIS guna memvisualisasikan distribusi pencemaran dan keterkaitannya dengan sebaran ikan demersal di wilayah studi.

Dalam rangka memastikan validitas dan reliabilitas data, semua sampel diuji di laboratorium tersertifikasi, dan alat ukur dikalibrasi secara berkala sebelum digunakan di lapangan. Triangulasi data dilakukan dengan membandingkan hasil pengamatan, wawancara, dan data sekunder dari lembaga resmi. Pengulangan pengambilan sampel dilakukan pada titik yang sama selama periode penelitian untuk menjamin konsistensi hasil. Dengan demikian, metodologi ini diharapkan mampu menghasilkan informasi yang akurat dan relevan dalam menjawab tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kualitas perairan menunjukkan bahwa sebagian besar titik pengambilan sampel mengalami pencemaran yang cukup tinggi. Parameter logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) melebihi ambang batas baku mutu lingkungan laut yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada titik-titik yang dekat dengan muara sungai dan kawasan industri, mengindikasikan adanya kontribusi signifikan dari aktivitas daratan terhadap pencemaran laut.

Selain itu, parameter oksigen terlarut (DO) menunjukkan penurunan yang cukup drastis pada area dengan sedimentasi tinggi. Nilai DO yang rendah (< 3 mg/L) ditemukan di beberapa stasiun, yang menunjukkan kondisi hipoksia dan dapat berdampak buruk bagi organisme bentik, termasuk ikan demersal. Penurunan DO ini juga diiringi dengan meningkatnya kadar total suspended solids (TSS), yang menyebabkan kekeruhan tinggi dan berkurangnya penetrasi cahaya ke dasar laut.

Data hasil tangkapan nelayan menunjukkan tren penurunan yang konsisten dalam lima tahun terakhir.



Berdasarkan wawancara dengan 20 nelayan lokal, mereka menyatakan bahwa hasil tangkapan ikan demersal seperti kerapu, kakap, dan manyung menurun sekitar 30–50% dibandingkan lima tahun sebelumnya. Ukuran ikan yang ditangkap juga cenderung lebih kecil, menandakan kemungkinan terganggunya siklus pertumbuhan dan reproduksi akibat pencemaran habitat.

Analisis statistik menunjukkan adanya korelasi negatif yang kuat antara tingkat pencemaran (khususnya konsentrasi logam berat) dengan jumlah dan ukuran ikan demersal. Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan nilai koefisien $-0,71$ untuk hubungan antara kadar logam berat dengan jumlah tangkapan ikan per hari, yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$). Ini memperkuat dugaan bahwa degradasi kualitas lingkungan dasar laut memengaruhi ketersediaan sumber daya hayati secara signifikan.

Distribusi spasial hasil tangkapan menunjukkan bahwa wilayah yang relatif jauh dari sumber pencemar—seperti zona perairan terbuka yang lebih dalam—masih memiliki potensi sumber daya ikan demersal yang cukup baik. Namun, area ini juga memiliki akses yang lebih sulit bagi nelayan tradisional, sehingga tidak sepenuhnya bisa dimanfaatkan. Hal ini menciptakan ketimpangan spasial dalam pemanfaatan sumber daya laut dan memperburuk ketahanan ekonomi masyarakat pesisir.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Dureuil et al. (2018) yang menyatakan bahwa tekanan pencemaran yang tinggi di dasar laut secara langsung berpengaruh terhadap penurunan populasi ikan demersal. Selain itu, hasil ini juga mendukung teori ekotoksikologi yang menyebutkan bahwa logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan dan menghambat fungsi fisiologisnya (Islam & Tanaka, 2004). Efek ini bisa bersifat subletal maupun mematikan, tergantung pada jenis spesies dan lama paparan.

Temuan di lapangan juga menunjukkan adanya perubahan perilaku ikan demersal, seperti pergeseran lokasi populasi ke wilayah yang lebih dalam dan jauh dari zona pencemaran. Hal ini sesuai dengan teori perilaku adaptif biota laut terhadap perubahan lingkungan. Namun, adaptasi ini tidak selalu berhasil, terutama bagi spesies dengan mobilitas rendah atau yang sangat tergantung pada substrat tertentu seperti pasir atau lamun.

Fenomena penurunan hasil tangkapan juga memberikan dampak ekonomi dan sosial yang cukup besar. Banyak nelayan lokal mengaku harus melaut lebih jauh dan lebih lama untuk mendapatkan hasil yang sama seperti sebelumnya, yang tentu meningkatkan biaya operasional. Selain itu, ketidakstabilan hasil tangkapan juga membuat pendapatan mereka tidak menentu, bahkan beberapa mengaku mulai beralih ke pekerjaan lain yang kurang bergantung pada sumber daya laut.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa pencemaran laut memiliki dampak yang nyata terhadap keberlanjutan sumber daya ikan demersal. Dari segi ekologis, pencemaran merusak habitat dan kesehatan ikan; dari segi ekonomi, menurunkan produktivitas perikanan; dan dari segi sosial, mengancam kesejahteraan masyarakat pesisir. Oleh karena itu, diperlukan intervensi kebijakan yang menyeluruh, mulai dari pengendalian sumber pencemar hingga perlindungan habitat benthik, agar sumber daya ikan demersal dapat terus dimanfaatkan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pencemaran laut memberikan dampak nyata terhadap keberlanjutan sumber daya ikan demersal. Tingginya konsentrasi logam berat dan penurunan kualitas air laut, khususnya kadar oksigen terlarut dan tingginya kadar total suspended solids (TSS), telah menciptakan kondisi lingkungan yang tidak mendukung kehidupan ikan demersal di dasar perairan.

Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap populasi dan struktur komunitas ikan demersal. Penurunan jumlah tangkapan dan ukuran ikan yang dilaporkan oleh nelayan setempat menunjukkan bahwa pencemaran telah memengaruhi siklus hidup dan produktivitas ikan. Temuan ini diperkuat oleh analisis korelasi statistik yang menunjukkan hubungan negatif signifikan antara tingkat pencemaran dan hasil tangkapan ikan.

Secara spasial, wilayah yang lebih dekat dengan sumber pencemar menunjukkan degradasi lingkungan yang lebih parah dan hasil tangkapan yang lebih rendah. Sebaliknya, area yang lebih jauh dari aktivitas manusia, terutama di perairan yang lebih dalam, masih menyimpan potensi sumber daya ikan demersal, meskipun aksesnya terbatas bagi nelayan kecil. Hal ini menunjukkan adanya ketimpangan spasial dalam distribusi sumber daya akibat pencemaran.

Dari sisi sosial ekonomi, pencemaran laut turut memengaruhi stabilitas pendapatan dan kesejahteraan masyarakat pesisir. Penurunan hasil tangkapan memaksa nelayan untuk melaut lebih jauh, menghabiskan lebih banyak waktu dan biaya, serta menghadapi risiko lebih besar. Beberapa nelayan bahkan mulai beralih profesi karena tidak lagi dapat mengandalkan hasil laut sebagai sumber penghidupan utama.

Penelitian ini menegaskan pentingnya pengendalian pencemaran laut sebagai bagian dari strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Upaya pengendalian harus melibatkan sinergi lintas sektor, termasuk pengelolaan limbah industri, peningkatan kesadaran masyarakat, serta pemantauan kualitas perairan secara berkala. Tanpa upaya serius dalam menjaga kualitas



lingkungan laut, keberlanjutan sumber daya ikan demersal akan semakin terancam.

Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah, pengelola perikanan, dan pemangku kepentingan lainnya dalam merumuskan kebijakan perlindungan ekosistem pesisir dan dasar laut. Penelitian lebih lanjut juga diperlukan untuk menggali dampak jangka panjang pencemaran terhadap spesies ikan demersal tertentu serta efektivitas berbagai upaya mitigasi pencemaran yang telah dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, Y. D., & Sari, D. R. (2021). Pengelolaan wilayah pesisir berbasis ekosistem. Yogyakarta: Deepublish.
- Allen, M. J., & Smith, G. B. (1988). Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and northeastern Pacific. NOAA Technical Report NMFS 66.
- Andradi-Brown, D. A., et al. (2016). Depth-dependent effects of habitat degradation on reef fish assemblages. *Nature Communications*, 7, 12093. <https://doi.org/10.1038/ncomms12093>
- Ardli, E. R., & Wolff, M. (2009). Biodiversity and ecological quality of mangrove ecosystems in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 58(3), 343–351.
- Badrun, B. (2019). Ekotoksikologi lingkungan perairan. Malang: UB Press.
- Bianchi, G. (1992). Demersal assemblages of tropical continental shelves. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 354.
- Carpenter, K. E., & Springer, V. G. (2005). The center of the center of marine shore fish biodiversity: The Philippine Islands. *Environmental Biology of Fishes*, 72(4), 467–480.
- Chou, L. M., et al. (2004). Status of coral reefs in the East Asian Seas region. *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean (CORDIO)*.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation (2nd ed.). PRIMER-E Ltd.
- Dureuil, M., et al. (2018). Elevated trawling inside protected areas undermines conservation outcomes in a global fishing hot spot. *Science*, 362(6421), 1403–1407. <https://doi.org/10.1126/science.aau0561>
- Dwiyitno, & Nur, M. (2018). Kualitas ikan demersal hasil tangkapan trawl di Laut Jawa. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 233–241.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitriani, E. (2020). Konsentrasi logam berat dalam sedimen dan ikan di perairan pesisir. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 56–64.
- GESAMP. (1990). The state of the marine environment. *UNEP Regional Seas Reports and Studies* No. 115.
- Hadi, T. A., & Nurhayati, H. (2017). Struktur komunitas ikan demersal di perairan Karangsang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 95–103.
- Hossain, M. S., et al. (2013). Impact of pollution on coastal fisheries in Bangladesh. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 6(2), 89–95.
- Islam, M. S., & Tanaka, M. (2004). Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 48(7–8), 624–649.
- Jamabo, N. A. (2008). Ecology of some benthic macrofauna of tropical estuarine creek. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 3(4), 273–278.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- KKP. (2022). Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Tahun 2021. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Krisanti, M. (2020). Kajian daya dukung lingkungan untuk sumber daya perikanan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 25(1), 44–52.
- Kusnadi, M., & Syahri, H. (2019). Kerusakan habitat ikan demersal akibat limbah industri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 221–228.
- Lalli, C. M., & Parsons, T. R. (1997). *Biological oceanography: An introduction* (2nd ed.). Elsevier.
- Levin, L. A., et al. (2001). The roles of habitat heterogeneity in structuring deep-sea benthic communities. *Deep Sea Research Part II*, 48(8), 1263–1285.
- Lumban-Gaol, J. (2014). Identifikasi logam berat di perairan pantai Jakarta. *Jurnal Segara*, 10(2), 81–90.
- McClanahan, T. R., et al. (2008). Conservation action in a changing climate. *Conservation Biology*, 22(5), 1365–1374.
- Muawanah, U., et al. (2018). Review of national laws and regulations in Indonesia in relation to an ecosystem approach to fisheries management. *Marine Policy*, 91, 150–160.
- Nasir, M., & Agustina, M. (2016). Analisis kandungan logam berat di dasar laut dan dampaknya pada ikan dasar. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3(1), 12–20.



- Nur, F., & Setiawan, A. (2020). Pengaruh TSS terhadap penurunan kualitas air laut. *Jurnal Oseanografi*, 9(1), 10–17.
- Puslitbangkan. (2022). Laporan Status Sumber Daya Ikan Demersal di Indonesia. Jakarta: BRSDM-KKP.
- Rachmawati, D. (2018). Kondisi perikanan demersal di perairan tropis Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 33–42.
- Riegl, B. M., & Purkis, S. J. (2012). Coral reefs of the Gulf: Adaptation to climatic extremes in the world's hottest sea. Springer.
- Siregar, D. (2019). Analisis spasial pencemaran laut dan implikasinya terhadap perikanan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2), 113–124.
- Suwarno, E., & Fadli, N. (2021). Dampak aktivitas manusia terhadap populasi ikan demersal. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 77–85.
- UNEP. (2016). Marine plastic debris and microplastics: Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme.