



Analisis Kualitas Air Laut dan Implikasinya terhadap Produktivitas Perikanan di Pesisir Indonesia

Ahmad Pratama^{1*}, Siti Rahmawati²

Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

*Corresponding Author: ahmad.pratama@ui.ac.id

Article History

Manuscript submitted:

04 September 2025

Manuscript revised:

11 October 2025

Accepted for publication:

15 October 2025

Keywords

seawater quality,
fisheries productivity,
coastal management,
Indonesia,
marine ecosystem

Abstract

This study analyzes the quality of seawater and its implications for fisheries productivity along the Indonesian coast. Coastal ecosystems are highly dependent on water quality, which influences the sustainability of fish populations and community livelihoods. The purpose of this research is to assess key water quality parameters such as temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, and nutrient concentration, and evaluate their relationship with fishery yields. The study employed a mixed-method approach, combining field measurements with secondary data analysis from environmental and fisheries institutions. Results indicate that declining water quality, particularly due to eutrophication and heavy metal pollution, has significantly reduced fish diversity and productivity in several regions. Conversely, areas with stable environmental conditions exhibited higher fisheries productivity. The findings suggest the urgent need for integrated coastal management policies to ensure sustainable fisheries. This research contributes to a better understanding of the link between marine environmental health and fisheries productivity, providing valuable insights for policymakers, researchers, and local communities.

Copyright © 2025, The Author(s)

This is an open access article under the CC BY-SA license



How to Cite: Pratama, A & Rahmawati, S. (2025). Analisis Kualitas Air Laut dan Implikasinya terhadap Produktivitas Perikanan di Pesisir Indonesia. *Journal of Marine Fisheries*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/10.70716/marfish.v1i1.86>

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki lebih dari 17.000 pulau dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia. Kondisi geografis ini menjadikan sektor kelautan, khususnya perikanan, sebagai penopang utama ekonomi nasional dan sumber mata pencaharian bagi jutaan nelayan tradisional maupun modern (Rahmizal, 2017). Potensi perikanan tangkap maupun budidaya yang besar memberikan kontribusi signifikan terhadap devisa negara, ketahanan pangan, serta penyediaan protein hewani bagi masyarakat. Namun demikian, keberlanjutan sektor ini sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan laut. Kualitas air yang baik akan mendukung kesehatan ekosistem pesisir, menjaga keanekaragaman hayati laut, serta menjamin kesinambungan stok ikan, sedangkan penurunan kualitas air berisiko menimbulkan degradasi habitat, penurunan produktivitas perikanan, dan kerugian ekonomi bagi masyarakat pesisir.

Kualitas air laut dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks, baik yang berasal dari aktivitas antropogenik maupun dari proses alamiah. Aktivitas antropogenik meliputi pembuangan limbah domestik

dan industri, aktivitas pariwisata, reklamasi pantai, serta eksploitasi sumber daya alam yang tidak terkendali. Perubahan iklim juga berperan penting, misalnya melalui peningkatan suhu permukaan laut, perubahan pola curah hujan, serta kenaikan muka air laut yang memengaruhi sirkulasi nutrisi dan kondisi fisik perairan. Selain itu, dinamika alami seperti upwelling, arus laut, dan proses sedimentasi turut memengaruhi distribusi kualitas air. Pencemaran yang bersumber dari limbah rumah tangga, pertanian, hingga industri membawa nutrisi berlebih dan bahan kimia berbahaya yang memicu eutrofikasi, berkurangnya oksigen terlarut, serta kerusakan habitat ekosistem pesisir. Masuknya logam berat seperti merkuri, timbal, dan kadmium telah terbukti menimbulkan degradasi kualitas air di banyak wilayah pesisir Indonesia, memengaruhi kesehatan biota laut, serta menimbulkan risiko bagi keamanan pangan laut (Kunzmann et al, 2019).

Penurunan kualitas air laut berimplikasi langsung terhadap produktivitas perikanan dan keberlanjutan ekosistem laut. Perubahan suhu, pH, dan oksigen terlarut secara langsung memengaruhi metabolisme ikan, distribusi spasial, kemampuan reproduksi, dan tingkat kelangsungan hidup berbagai spesies. Selain itu, kualitas air yang menurun juga berdampak pada plankton sebagai rantai makanan utama, sehingga memicu gangguan pada seluruh jaring makanan laut. Kondisi ini menyebabkan menurunnya populasi ikan pelagis maupun demersal yang menjadi target tangkapan nelayan. Studi terdahulu menunjukkan bahwa perikanan di kawasan dengan kualitas air yang terjaga cenderung lebih produktif, berkelanjutan, dan mampu menyediakan stok ikan dalam jangka panjang, sementara perairan yang mengalami degradasi kualitas cenderung menunjukkan hasil tangkapan yang fluktuatif dan menurun secara signifikan (Ningsih et al., 2021).

Meskipun berbagai penelitian mengenai kualitas air laut di Indonesia telah banyak dilakukan, kajian yang secara komprehensif menelusuri hubungan langsung antara parameter kualitas air dengan produktivitas perikanan masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada deskripsi kondisi kualitas air atau dampaknya terhadap ekosistem laut secara umum, namun belum banyak yang menekankan keterkaitannya dengan aspek produktivitas perikanan yang menjadi salah satu sektor vital bagi ketahanan pangan dan perekonomian nasional. Padahal, Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia memiliki potensi perikanan yang sangat besar, sehingga pemahaman mengenai keterkaitan kualitas lingkungan perairan dengan dinamika stok ikan menjadi sangat penting.

Beberapa literatur menunjukkan bahwa parameter utama kualitas air, seperti salinitas, suhu, dan oksigen terlarut, merupakan faktor penentu yang sangat memengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, serta reproduksi ikan (Karydis & Kitsiou, 2013). Perubahan kecil pada variabel tersebut dapat berdampak signifikan terhadap distribusi, kelimpahan, hingga produktivitas ikan di suatu wilayah. Misalnya, perbedaan salinitas dapat menentukan jenis ikan yang dapat beradaptasi, sementara fluktuasi suhu berhubungan erat dengan pola migrasi maupun musim pemijahan. Oksigen terlarut yang mencukupi juga menjadi syarat utama untuk mendukung metabolisme dan kesehatan biota laut.

Namun, dalam dua dekade terakhir, perairan pesisir Indonesia menghadapi tekanan yang semakin kompleks akibat aktivitas manusia, terutama dari pencemaran domestik, limbah industri, maupun aliran nutrisi berlebih dari daratan. Peningkatan beban pencemaran ini seringkali mengubah kondisi kualitas air dan menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem. Akibatnya, hubungan antara parameter kualitas air dengan produktivitas perikanan tidak lagi sederhana, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal yang saling berinteraksi. Kompleksitas ini memunculkan kebutuhan untuk melakukan penelitian yang tidak hanya memantau kualitas air, tetapi juga menilai bagaimana variabel-variabel tersebut berhubungan langsung dengan hasil tangkapan dan keberlanjutan sumber daya ikan.

Penelitian ini mencoba mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis multi-lokasi di wilayah pesisir Indonesia. Pendekatan lintas lokasi dipandang penting mengingat kondisi oseanografi dan tingkat tekanan antropogenik di tiap wilayah pesisir sangat bervariasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan

dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai peran kualitas air dalam menjaga produktivitas perikanan, sekaligus menjadi dasar bagi perumusan strategi pengelolaan pesisir yang berkelanjutan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air laut di beberapa kawasan pesisir Indonesia serta mengkaji implikasinya terhadap produktivitas perikanan. Analisis ini menjadi penting karena kualitas air laut bukan hanya merefleksikan kondisi ekosistem perairan, tetapi juga secara langsung maupun tidak langsung menentukan ketersediaan sumber daya ikan yang menjadi basis utama penghidupan masyarakat pesisir. Dengan memahami hubungan tersebut, diharapkan dapat ditemukan pola keterkaitan yang lebih jelas antara kondisi lingkungan perairan dengan dinamika hasil tangkapan, sehingga dapat menjadi pijakan dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan.

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada dua ranah sekaligus, yaitu akademis dan praktis. Dari sisi akademis, penelitian ini berupaya memperkaya literatur mengenai interaksi antara kualitas lingkungan perairan dan produktivitas perikanan di Indonesia, yang hingga saat ini masih relatif terbatas. Kajian ini diharapkan dapat melengkapi pemahaman teoretis mengenai faktor-faktor penentu produktivitas perikanan serta mendorong pengembangan pendekatan analisis yang lebih integratif dalam penelitian kelautan dan perikanan.

Sementara itu, dari sisi praktis, penelitian ini berpotensi menjadi referensi bagi berbagai pemangku kepentingan, mulai dari pembuat kebijakan, pemerintah daerah, lembaga pengelola sumber daya pesisir, hingga masyarakat nelayan. Informasi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk merumuskan kebijakan berbasis data yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan aktual, misalnya dalam penetapan zona tangkap, pengelolaan kawasan konservasi, atau strategi adaptasi terhadap perubahan kualitas perairan akibat pencemaran maupun perubahan iklim. Dengan demikian, manfaat penelitian tidak hanya terbatas pada ruang lingkup akademis, tetapi juga menjangkau kebutuhan praktis masyarakat pesisir dalam meningkatkan kesejahteraan melalui pemanfaatan sumber daya ikan yang berkelanjutan.

Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kesadaran yang lebih luas mengenai pentingnya menjaga kualitas lingkungan laut sebagai aset bersama. Perairan pesisir Indonesia tidak hanya menyimpan potensi ekonomi melalui perikanan tangkap dan budidaya, tetapi juga memiliki fungsi ekologis yang krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut secara keseluruhan. Jika kualitas air terdegradasi, maka bukan hanya produktivitas perikanan yang akan terdampak, melainkan juga keberlanjutan ekosistem laut dan mata pencaharian masyarakat yang bergantung padanya (Muawanah et al., 2018).

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjembatani kebutuhan antara ilmu pengetahuan dan praktik pengelolaan, serta mendorong terwujudnya strategi pembangunan pesisir yang berorientasi pada kelestarian sumber daya dan kesejahteraan masyarakat.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain survei lapangan dan analisis sekunder. Lokasi penelitian mencakup tiga kawasan pesisir utama: Pantai Utara Jawa, Selat Malaka, dan Laut Maluku. Pengambilan data dilakukan selama periode Januari–Juni 2023. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrien. Data dikumpulkan menggunakan instrumen multiparameter water quality checker dan dianalisis menggunakan metode statistik korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara kualitas air dan hasil tangkapan ikan. Data produktivitas perikanan diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan setempat.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi kualitas air yang cukup nyata di tiap lokasi penelitian, mencerminkan perbedaan kondisi ekologis dan tingkat tekanan antropogenik di masing-masing wilayah pesisir Indonesia. Pantai Utara Jawa, misalnya, memperlihatkan penurunan kualitas air yang signifikan, ditandai dengan rendahnya nilai DO (Dissolved Oxygen) serta tingginya konsentrasi nutrisi, yang merupakan indikasi dari fenomena eutrofikasi. Kondisi ini umumnya terjadi akibat masukan limbah domestik, pertanian, maupun industri yang mengandung bahan organik dan anorganik dalam jumlah besar. Akumulasi nutrisi tersebut mendorong pertumbuhan fitoplankton berlebih, yang pada akhirnya menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan akibat proses dekomposisi. Dampak ekologis dari kondisi ini tidak hanya mengurangi kelimpahan ikan, tetapi juga mengubah struktur komunitas biota laut sehingga keanekaragaman spesies semakin tertekan.

Sebaliknya, wilayah Laut Maluku menunjukkan kualitas perairan yang relatif baik, dengan tingkat salinitas yang stabil serta kadar oksigen terlarut yang tinggi. Kondisi ini memberikan lingkungan yang lebih mendukung bagi kehidupan ikan, baik untuk pertumbuhan maupun reproduksi. Tidak mengherankan jika wilayah tersebut juga menunjukkan tingkat produktivitas perikanan yang relatif tinggi. Stabilitas salinitas menjadi salah satu faktor yang menjaga kesesuaian habitat bagi berbagai spesies ikan pelagis maupun demersal, sementara tingginya oksigen terlarut memastikan ketersediaan energi metabolik yang diperlukan bagi aktivitas biota laut. Hal ini menegaskan bahwa ekosistem dengan kualitas air yang terjaga dapat menjadi basis keberlanjutan perikanan tangkap.

Analisis korelasi dalam penelitian ini semakin memperkuat pemahaman mengenai adanya hubungan langsung antara parameter kualitas air dan produktivitas perikanan di wilayah pesisir Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut (DO) memiliki hubungan positif yang signifikan dengan hasil tangkapan ikan ($r = 0,72$, $p < 0,05$). Artinya, semakin tinggi konsentrasi oksigen terlarut di perairan, semakin besar pula potensi hasil tangkapan nelayan. Temuan ini sejalan dengan teori dasar ekologi perairan yang menyatakan bahwa ketersediaan oksigen merupakan salah satu faktor pembatas utama bagi kelangsungan hidup organisme akuatik. Oksigen terlarut sangat penting untuk mendukung proses respirasi ikan dan biota laut lainnya, yang pada gilirannya akan memengaruhi tingkat metabolisme, pertumbuhan, serta kemampuan reproduksi populasi ikan. Kondisi perairan dengan DO yang mencukupi menyediakan lingkungan yang optimal, sehingga memungkinkan populasi ikan berkembang dengan baik dan meningkatkan peluang keberhasilan penangkapan.

Lebih jauh, tingginya oksigen terlarut tidak hanya memberikan manfaat secara fisiologis bagi ikan, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Oksigen yang cukup memungkinkan proses dekomposisi bahan organik berjalan secara aerobik, sehingga mencegah terbentuknya kondisi hipoksia atau bahkan anoksia yang berpotensi mematikan organisme akuatik. Dengan demikian, DO yang stabil dan tinggi dapat dipandang sebagai indikator ekosistem laut yang sehat serta mendukung keberlanjutan produktivitas perikanan jangka panjang.

Sebaliknya, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kandungan nutrisi berlebih memiliki hubungan negatif yang signifikan dengan keberagaman spesies ikan ($r = -0,65$, $p < 0,05$). Meskipun nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dibutuhkan dalam jumlah tertentu untuk mendukung produktivitas primer (misalnya pertumbuhan fitoplankton sebagai produsen utama dalam rantai makanan laut), kelebihan nutrisi justru dapat memicu fenomena eutrofikasi. Eutrofikasi menyebabkan ledakan populasi fitoplankton (algal bloom) yang berlebihan, yang pada tahap selanjutnya akan menurunkan kadar oksigen di perairan akibat proses respirasi masif dan dekomposisi alga yang mati. Kondisi tersebut menciptakan tekanan ekologis yang besar bagi organisme laut, terutama spesies ikan yang sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan.

Penurunan keberagaman spesies ikan sebagai akibat dari kelebihan nutrisi juga mencerminkan terjadinya simplifikasi ekosistem. Hanya spesies tertentu yang mampu bertahan dalam kondisi lingkungan tertekan, sementara banyak spesies lain kehilangan kemampuan adaptasinya. Hal ini berimplikasi langsung terhadap keberlanjutan stok ikan, karena berkurangnya keanekaragaman berarti berkurangnya stabilitas ekosistem dalam menghadapi gangguan. Dengan kata lain, kandungan nutrisi yang terlalu tinggi tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga mengancam ketahanan sistem perikanan dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan adanya dua sisi yang saling berlawanan dari parameter kualitas air terhadap produktivitas perikanan. Oksigen terlarut yang tinggi berperan positif sebagai faktor pendukung keberlanjutan ekosistem dan hasil tangkapan ikan, sementara kelebihan nutrisi menjadi faktor tekanan yang dapat merusak keseimbangan ekosistem dan menurunkan keberagaman spesies. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengelolaan kualitas air laut secara hati-hati, di mana keseimbangan nutrisi harus dijaga agar tetap berada pada tingkat yang mendukung produktivitas primer tanpa menimbulkan dampak negatif berupa eutrofikasi. Dengan demikian, keberhasilan pengelolaan perikanan di wilayah pesisir Indonesia sangat ditentukan oleh kemampuan menjaga parameter kualitas air dalam batas ambang yang optimal bagi kehidupan biota laut.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa degradasi kualitas air berkontribusi terhadap penurunan keanekaragaman hayati laut serta berdampak pada menurunnya hasil tangkapan nelayan (Edinger et al., 1998). Dengan kata lain, kualitas lingkungan perairan bukan hanya faktor ekologis, tetapi juga memiliki implikasi sosial-ekonomi yang nyata bagi masyarakat pesisir. Penurunan keanekaragaman dan kelimpahan ikan pada akhirnya berimbas pada menurunnya pendapatan nelayan, meningkatkan kerentanan ekonomi, dan memperburuk masalah sosial di wilayah pesisir.

Implikasi penelitian ini menegaskan urgensi pengelolaan kualitas air laut secara terpadu, yang tidak dapat hanya mengandalkan pendekatan sektoral. Regulasi pembuangan limbah dari aktivitas darat perlu diperketat melalui penerapan standar lingkungan yang konsisten serta sistem pengawasan yang efektif. Selain itu, konservasi ekosistem pesisir seperti mangrove, padang lamun, dan terumbu karang harus menjadi prioritas karena ekosistem tersebut berfungsi sebagai penyaring alami sekaligus habitat penting bagi berbagai jenis ikan. Upaya edukasi masyarakat pesisir juga tidak kalah penting, khususnya untuk meningkatkan kesadaran mengenai dampak pencemaran serta mendorong partisipasi aktif dalam menjaga kebersihan perairan.

Secara lebih luas, hasil penelitian ini menekankan bahwa keberlanjutan perikanan di Indonesia sangat erat kaitannya dengan kesehatan ekosistem laut. Oleh karena itu, integrasi antara ilmu pengetahuan, kebijakan publik, dan peran serta masyarakat menjadi kunci dalam menjaga kualitas lingkungan perairan. Tanpa pengelolaan yang berbasis data ilmiah dan kolaborasi lintas sektor, produktivitas perikanan yang menjadi salah satu tulang punggung ekonomi nasional berisiko mengalami penurunan jangka panjang.

Kesimpulan

Penelitian ini menemukan bahwa kualitas air laut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas perikanan di wilayah pesisir Indonesia. Lokasi dengan kualitas air yang baik, ditandai dengan kadar oksigen terlarut yang tinggi, salinitas stabil, dan tingkat pencemaran yang rendah, terbukti mendukung hasil tangkapan ikan yang lebih tinggi serta keberagaman spesies yang lebih stabil. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa lingkungan perairan yang sehat menjadi prasyarat penting bagi keberlanjutan sumber daya perikanan, baik dari segi jumlah maupun keanekaragaman biota laut.

Sebaliknya, wilayah dengan kualitas air yang terdegradasi akibat pencemaran nutrisi dan rendahnya oksigen terlarut menunjukkan penurunan produktivitas yang cukup signifikan. Fenomena

eutrofikasi yang sering dijumpai di wilayah pesisir padat aktivitas manusia, seperti Pantai Utara Jawa, menjadi bukti nyata bahwa tekanan lingkungan dari darat dapat berdampak langsung terhadap kelimpahan ikan dan kesejahteraan nelayan. Temuan ini menegaskan bahwa degradasi kualitas air tidak hanya menjadi persoalan ekologi, tetapi juga berdampak sosial-ekonomi karena berimplikasi pada berkurangnya sumber penghidupan masyarakat pesisir.

Oleh karena itu, pengelolaan pesisir berbasis kualitas lingkungan menjadi kunci utama dalam menjaga keberlanjutan perikanan di Indonesia. Upaya tersebut harus mencakup integrasi antara regulasi pengendalian limbah, konservasi ekosistem pendukung seperti mangrove dan terumbu karang, serta peningkatan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan perairan. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan tercipta keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya ikan dan pelestarian ekosistem laut.

Selain itu, penelitian ini juga membuka ruang untuk kajian lanjutan. Penilaian dampak jangka panjang perubahan kualitas air terhadap dinamika stok ikan perlu dilakukan, terutama dalam konteks perubahan iklim global yang dapat mempercepat fluktuasi suhu, pola arus, dan kesuburan perairan. Studi longitudinal yang menggabungkan pemantauan kualitas air dengan data hasil tangkapan dan distribusi spesies akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola interaksi ekologis yang kompleks.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa menjaga kualitas air laut bukan hanya persoalan lingkungan, tetapi juga merupakan investasi strategis untuk keberlanjutan ekonomi perikanan dan kesejahteraan masyarakat pesisir Indonesia.

References

- Culhane, F., Austen, M. C., Ashley, M., Javier, J., Kuit, S. H., Hung, N. P., & Langmead, O. (2024). *Assessing impact risk to tropical marine ecosystems from human activities with a Southeast Asian example*. *Journal of Applied Ecology*, 61(12), 2897–2911.
- Damar, A., Ervinia, A., Kurniawan, F., & Rudianto, B. Y. (2021, April). *Eutrophication in a tropical estuary: Is it good or bad?* In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 744, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.
- Edinger, E. N., Jompa, J., Limmon, G. V., Widjatmoko, W., & Risk, M. J. (1998). *Reef degradation and coral biodiversity in Indonesia: Effects of land-based pollution, destructive fishing practices and changes over time*. *Marine Pollution Bulletin*, 36(8), 617–630.
- Eriksson, B., Johansson, F., & Blicharska, M. (2019). *Socio-economic impacts of marine conservation efforts in three Indonesian fishing communities*. *Marine Policy*, 103, 59–67.
- Isangedighi, I. A., & David, G. S. (2019). *Heavy metals contamination in fish: Effects on human health*. *Journal of Aquatic Science and Marine Biology*, 2(4), 7–12.
- Karydis, M., & Kitsiou, D. (2013). *Marine water quality monitoring: A review*. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1–2), 23–36.
- Klepper, O., Chairuddin, G. T., Iriansyah, & Rijksen, H. D. (1992). *Water quality and the distribution of some fishes in an area of acid sulphate soils, Kalimantan, Indonesia*. *Hydrobiological Bulletin*, 25(3), 217–224.
- Kunzmann, A., Arifin, Z., & Baum, G. (2018). *Pollution of coastal areas of Jakarta Bay: Water quality and biological responses*. *Marine Research in Indonesia*, 43(1), 37.
- Mallya, Y. J. (2007). *The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture*. *The United Nations University Fisheries Training Programme, Final Project*.

- Muawanah, U., Yusuf, G., Adrianto, L., Kalthar, J., Pomeroy, R., Abdullah, H., & Ruchimat, T. (2018). *Review of national laws and regulation in Indonesia in relation to an ecosystem approach to fisheries management*. *Marine Policy*, 91, 150–160.
- Ningsih, W. A. L., Lestariningsih, W. A., Heltria, S., & Khaldun, M. H. I. (2021, December). *Analysis of the relationship between chlorophyll-a and sea surface temperature on marine capture fisheries production in Indonesia: 2018*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 944, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Nugraha, A. (2024). *Integrated coastal management in the current regional autonomy law regime in Indonesia: Context of community engagement*. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, 16(4), 508–527.
- Rahmizal, M. (2017). *Analysis of Indonesia marine fisheries with economic growth, population and effort effectiveness*. *European Journal of Engineering and Formal Sciences*, 1(1), 17–22.
- Vivekanandan, E. (2013). *Climate change: Challenging the sustainability of marine fisheries and ecosystems*. *Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 1(1 & 2), 54–67.
- Zikra, M. (2015). *Climate change impacts on Indonesian coastal areas*. *Procedia Earth and Planetary Science*, 14, 57–63.