

Dampak Ekosistem Mangrove terhadap Kualitas Air Laut di Wilayah Pesisir: Tinjauan Ruang Lingkup

by Albertus Erico Jerry Krisna Nugroho*, Chatarina M Albertus Erico
Jerry Krisna Nugroho*, Chatarina M

Submission date: 03-Jan-2025 07:37AM (UTC+0700)

Submission ID: 2559425982

File name: stems_on_Seawater_Quality_in_Coastal_Areas_A_Scoping_Review.docx (217.18K)

Word count: 6766

Character count: 46841

Dampak Ekosistem Mangrove terhadap Kualitas Air Laut di Wilayah Pesisir: Tinjauan Ruang Lingkup

Albertus Erico Jerry Krisna Nugroho*, Chatarina Muryani

2

Magister Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 Kentingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, 57126 Indonesia

*Email: albertusericojerry@student.uns.ac.id

Abstrak

Ekosistem mangrove memiliki peran krusial dalam meningkatkan kualitas air laut di wilayah pesisir. Penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review* (SLR) dengan pendekatan tinjauan ruang lingkup (*scoping review*) untuk menganalisis secara komprehensif dampak ekosistem mangrove terhadap kualitas air laut di wilayah pesisir. Hasil kajian menunjukkan bahwa mangrove berperan dalam pengaturan parameter fisikokimia (suhu, salinitas, kandungan oksigen), berfungsi sebagai biofilter alami yang menyerap logam berat dan mengurangi eutrofikasi, serta mendukung konservasi jangka panjang untuk perlindungan pesisir. Mangrove juga mendukung ekosistem laut yang sehat melalui penyediaan habitat dan nutrisi, sekaligus berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim dengan menyimpan karbon biru. Selain itu, mangrove berperan dalam rekayasa lingkungan untuk mengurangi dampak pencemaran di perairan pesisir. Dengan memahami manfaat ekosistem mangrove ini, pelestarian dan restorasi mangrove menjadi langkah strategis untuk memperbaiki kualitas air laut dan memastikan keberlanjutan ekosistem pesisir. Studi ini memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut dalam upaya konservasi mangrove sebagai solusi berbasis ekosistem.

Kata kunci: Ekosistem Mangrove, Kualitas Air Laut, Pesisir, *Scoping Review*

Abstract

Impact of Mangrove Ecosystems on Seawater Quality in Coastal Areas: A Scoping Review

Mangrove ecosystems play a crucial role in improving seawater quality in coastal areas. This study used a *systematic literature review* (SLR) method with a *scoping review* approach to comprehensively analyze the impact of mangrove ecosystems on seawater quality in coastal areas. The results showed that mangroves play a role in regulating physicochemical parameters (temperature, salinity, oxygen content), serve as a natural biofilter that absorbs heavy metals and reduces eutrophication, and support long-term conservation for coastal protection. Mangroves also support healthy marine ecosystems by providing habitat and nutrients, while contributing to climate change mitigation by storing blue carbon. In addition, mangroves play a role in environmental engineering to reduce the impact of pollution in coastal waters. By understanding these benefits of mangrove ecosystems, mangrove conservation and restoration is a strategic step to improve seawater quality and ensure the sustainability of coastal ecosystems. This study provides a basis for further research into mangrove conservation as an ecosystem-based solution.

Keywords: Mangrove Ecosystem, Seawater Quality, Coastal, *Scoping Review*

PENDAHULUAN

Kualitas air laut sangat penting untuk menjaga ekosistem biologis pesisir, mendukung keanekaragaman hayati, dan memastikan keberlanjutan aset laut untuk pemanfaatan ekonomis manusia (Weisberg *et al.*, 2016). Dalam beberapa dekade terakhir, kualitas air laut semakin mengalami penurunan akibat berbagai aktivitas yang ditimbulkan oleh manusia (Karthikeyan *et al.*, 2021; Alharbi, El-Sorogy and Al-Kahtany, 2024). Dampak kontaminasi yang signifikan terjadi di wilayah pesisir seluruh dunia karena adanya urbanisasi yang meningkat, pelepasan bahan kimia, limpasan air dari hulu ke daerah hilir, pembuangan sampah disungai, sedimentasi hingga perkembangan kawasan industri (United Nations Environment Programme (UNEP), 2021). Polutan ini membawa zat berbahaya ke laut yang menyebabkan eutrofikasi dan logam yang berlebihan, sampah plastik dan semua zat-zat berbahaya yang mengancam keseimbangan biologis dan kesehatan makhluk hidup di laut (Mearns *et al.*, 2018). Secara global, polusi yang meningkat terutama nitrogen dan fosfor telah menyebabkan eutrofikasi yang signifikan terhadap ekosistem laut (Diaz and Rosenberg, 2008). Hal ini menyebabkan ledakan

alga, zona hipoksik dan kerusakan rantai makanan laut (Glibert *et al.*, 2018). Menurut Breitbart *et al* (2018), penelitiannya menunjukkan bahwa zona mati hipoksik di lautan dunia mengalami peningkatan drastis pada awal 2000 dengan kondisi saat ini mengalami peningkatan secara signifikan. Perubahan ini dapat membahayakan kehidupan laut dan komunitas yang bergantung pada akuakultur dan perikanan bahkan pariwisata sebagai sumber mata pencaharian masyarakat (Siregar and Soegiarto, 2024).

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia kini mengalami dampak signifikan dari penurunan kualitas air laut (Lestari and Edward, 2010). Indonesia dengan lebih dari 17.000 pulau dan garis pantai yang luas sehingga negara ini sangat bergantung pada ekosistem laut untuk ketahanan pangan, aktivitas ekonomi dan layanan ekologis (Rahmantya *et al.*, 2022). Namun, dalam laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia 2022 menunjukkan bahwa lebih dari 60% wilayah pesisir Indonesia mengalami pencemaran sedang hingga berat (Liyanto *et al.*, 2022). Limpasan dari lahan pertanian, limbah domestik yang tidak diolah dan puing-puing plastik yang terbawa hingga ke laut adalah beberapa penyebab utama pencemaran laut yang mengakibatkan kualitas air laut menurun serta mengancam keanekaragaman hayati (Kusumawati, Nasution and Alamsyah, 2019; Larasati *et al.*, 2021). Kondisi saat ini yang mendominasi pencemaran laut di wilayah pesisir Indonesia sebagian besar adalah sampah plastik (Kusumawati, Nasution and Alamsyah, 2019; Hermawan *et al.*, 2023). Bahkan Indonesia diidentifikasi sebagai salah satu kontributor terbesar polusi plastik di dunia dengan lebih dari 620.000m³ ton limbah plastik masuk ke laut setiap tahunnya (Jambeck *et al.*, 2015). Penelitian Razi *et al* (2023), menunjukkan bahwa pencemaran logam berat pada Pelabuhan di wilayah Indonesia semakin meningkat signifikan hal ini juga turut memberikan dampak bagi keberlangsungan ekosistem laut. Selain pencemaran tersebut, perubahan iklim juga memperburuk kondisi kualitas air laut sehingga mempengaruhi ekosistem laut hingga menurunkan produktivitas masyarakat sebagai nelayan dan budidaya tambak (Kumiawan and Azizi, 2012; Arini, Osawa and Arthana, 2023).

Ekosistem mangrove merupakan ciri utama vegetasi di wilayah pesisir tropis dan subtropis semakin mendapat perhatian dalam upaya konservasi dan restorasi global karena kepentingan ekologis serta manfaat sosio-ekonomi yang diberikannya (Alongi, 2012). Mangrove merupakan vegetasi di wilayah pesisir yang membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut dari pencemaran laut yang semakin meningkat (Rafsanjani Fajrin, Damar and Taryono, 2024). Terdapat kesenjangan yang signifikan dalam penelitian saat ini mengenai mekanisme dan efektivitas mangrove dalam pengelolaan pencemaran laut (Vikas and Dwarakish, 2015). Kondisi lain misalnya, di Indonesia memiliki luas wilayah 3,1 juta hektar mangrove saat ini menghadapi ancaman nyata melalui degradasi ekosistem pada mangrove ini tidak hanya akan mengurangi fungsi ekologisnya namun juga mengganggu ekosistem laut secara global (Eddy *et al.*, 2015). Sementara itu kondisi pesisir diberbagai wilayah mengalami penurunan luas wilayah mangrove hingga 20% dalam beberapa dekade terakhir ini (United Nations Environment Programme (UNEP), 2021). Keberadaan mangrove tidak hanya penting untuk biodiversitas dan menjaga ekosistem, tetapi juga berkontribusi besar dalam mengurangi pencemaran yang dapat merusak kualitas air laut (Alongi, 2012).

Berdasarkan permasalahan tersebut pentingnya memahami bahwa kualitas air laut mengalami penurunan akibat pencemaran laut hingga merusak ekosistem laut dengan kondisi mangrove saat ini yang mengalami degradasi dan penurunan luas wilayahnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif dampak ekosistem mangrove terhadap kualitas air laut di wilayah pesisir menggunakan pendekatan ruang lingkup. Melalui tinjauan ruang lingkup pada penelitian ini diharapkan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan menganalisis konservasi ekosistem mangrove dalam perbaikan kualitas lingkungan pesisir.

METODE

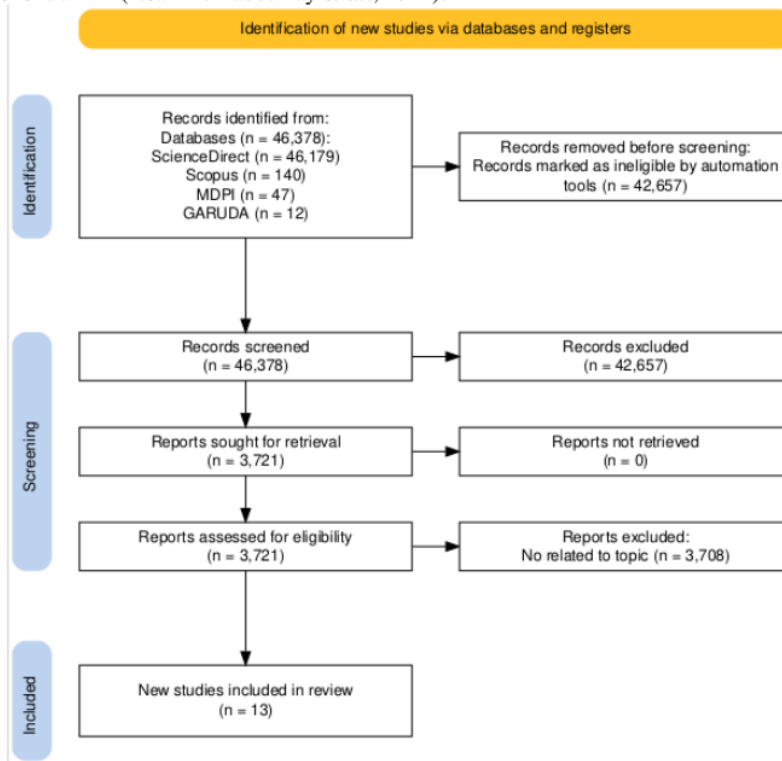
Metode tinjauan literature sistematis dengan pendekatan tinjauan ruang lingkup (*scoping review*) yang digunakan dalam penelitian (Khalil *et al.*, 2021). Metode ini mampu mengidentifikasi dengan memetakan berbagai defines, metode, hingga hasil dari berbagai penelitian empiris yang luas dan komprehensif (Tricco *et al.*, 2016). Penelitian ini menggunakan database antara lain: ScienceDirect, Scopus, MDPI, dan GARUDA (Roy-Hubara and Sturm, 2020). Pada penelitian ini metodologi pengambilan sampel artikel yang ketat digunakan untuk mengidentifikasi literatur sehingga menghasilkan *string kueri* yang berbeda untuk judul, abstrak, dan kata kunci yang di indeks (Booth *et al.*, 2021). Pada tabel 1, menunjukkan rumus Boolean yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Rumus Boolean Penelitian

Keywords	Explanation
“Mangrove” OR “Mangrove Ecosystem” OR “Mangrove Forest” AND	Untuk mencakup berbagai istilah yang merujuk pada ekosistem mangrove
“Water Quality” OR “Marine Water Quality” OR “Coastal Water Quality” OR “Sea Water Quality” AND	Untuk mencakup berbagai istilah yang merujuk pada kualitas air laut
“Ecosystem Service” OR “Environmental Impact” OR “Biofilter Function”	Untuk mencakup berbagai istilah yang merujuk pada fungsi ekosistem mangrove sebagai biofilter atau jasa ekosistem

Sumber : Analisis Peneliti, 2025

Kriteria inklusi yang ditetapkan dan digunakan pada penelitian ini yaitu: 1) Artikel diterbitkan mulai tahun 2020 hingga 2024, 2) Hanya artikel empiris, 3) Artikel ditulis dalam Bahasa Inggris dan/ atau Bahasa Indonesia (khusus database GARUDA), 4) bersifat *open-access*, dan 5) artikel dalam relevansi rumus Boolean penelitian. Tahapan pada penyeleksian artikel dengan menggunakan panduan PRISMA-ScR yang disajikan pada gambar 1 (Page *et al.*, 2021). Proses penelitian dimulai dengan menentukan sumber database yang digunakan, membuat rumus Boolean dan menetapkan kriteria inklusi yang digunakan selanjutnya artikel yang memenuhi tujuan penelitian kemudian ditinjau oleh peninjau apabila terdapat perbedaan pendapat antar peninjau dilakukan telaah serta diskusi bersama hasil tinjauan di analisis secara menyeluruh untuk menjawab pertanyaan penelitian ini (Neal R. Haddaway *et al.*, 2022).



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian PRISMA – ScR
Sumber: (Neal R Haddaway *et al.*, 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Banyak peneliti yang melakukan penelitian tentang ekosistem mangrove hanya berfokus pada satu topik tertentu meskipun banyak topik penelitian tentang ekosistem mangrove telah banyak dihasilkan. Untuk mengkaji artikel-artikel yang telah terpilih dalam penelitian ini serta memberikan informasi penelitian yang komprehensif mengenai dampak ekosistem mangrove terhadap kualitas air laut melalui pendekatan tinjauan ruang lingkup. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 13 artikel memenuhi kriteria dan tujuan penelitian. Tabel 2 menunjukkan hasil evaluasi artikel tersebut.

Tabel 2. Hasil Tinjauan Artikel

No	Dampak Ekosistem Mangrove terhadap Kualitas Air Laut	Sumber
1	Mengatur Fisikokimia Air Laut	(Putra and Hendrasarie, 2022), (Pratama <i>et al.</i> , 2023)
2	Biofilter Polutan Air Laut	(Febriansyah, Hakim and Retnaningdyah, 2022), (Harefa <i>et al.</i> , 2023), (Londoño, Leal-Flórez and Blanco-Libreros, 2020)
3	Konservasi Jangka Panjang	(Sabdaningsih <i>et al.</i> , 2023)
4	Mendukung Ekosistem Laut yang Sehat	(Luo <i>et al.</i> , 2024), (Nguyen, Le and Richter, 2020), (Arceo-Carranza <i>et al.</i> , 2024)
5	Mengatur Stok Karbon untuk Stabilitas Ekosistem Laut	(Mattone and Sheaves, 2024), (Cobacho <i>et al.</i> , 2024)
6	Rekayasa Lingkungan melalui Ekosistem Laut	(K <i>et al.</i> , 2024), (Sahari <i>et al.</i> , 2024)

Sumber: Analisis Penelitian, 2025

Mengatur Paramater Fisikokimia Air Laut

Ekosistem mangrove memiliki peran penting sebagai pengatur parameter fisikokimia air laut yang mencakup suhu, salinitas, bahan organik dan kandungan oksigen (DO). Peran ini terjadi karena adanya interaksi kompleks antara struktur vegetasi mangrove, aktivitas biologis dan kemampuan remediatifnya (Pratama *et al.*, 2023). Kerapatan vegetasi mangrove yang lebat, seperti penelitian yang ditunjukkan oleh Kalu (2018), mampu mengurangi penerasi sinar matahari langsung ke permukaan air laut sehingga menjaga suhu perairan sekitar tetap stabil. Kawasan konservasi mangrove membantu mempertahankan salinitas dalam kisaran ideal untuk kehidupan laut (Yoswaty *et al.*, 2024). Selain itu, distribusi jenis mangrove seperti *Avicennia Marina*, dapat memoderasi fluktuasi salinitas sehingga mampu berperan dalam stabilitas ekosistem pesisir. Masiyah, Suriani and Lutfi (2023) mangrove secara efektif mengendalikan tingkat kekeruhan air bahwa Kawasan mangrove di Merauke memiliki tingkat kekeruhan yang lebih rendah dibandingkan dengan wilayah tanpa mangrove karena berkat akar-akar pneumatoforik yang mampu mengikat sedimen laut. Hal serupa juga ditegaskan oleh Damaianto and Musduqi (2014), yang menemukan bahwa penurunan signifikan pada *Total Suspended Solid* (TSS) di wilayah perairan dekat mangrove mampu meningkatkan kecerahan air. Dengan demikian mangrove terbukti berfungsi sebagai penyaring alami yang menjaga kualitas perairan pesisir.

Kemampuan mangrove untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut (DO) juga menjadi aspek penting seperti kehadiran fitoplankton di wilayah pesisir dipengaruhi oleh mangrove sehingga meningkatkan produksi oksigen melalui proses fotosintesis (Djohan and Ulul Azmi, 2020). Menurut Wilda, Hamdan and Rahmi (2020), ekosistem mangrove mampu menyediakan bahan organik melalui proses *outwelling*, yang mendukung produktivitas primer dan meningkatkan kadar oksigen terlarut (DO). Namun Mentari, Soenardjo and Yulianto (2022), memperingatkan bahwa akumulasi bahan organik yang berlebihan dapat menyebabkan hipoksia di beberapa wilayah mangrove terutama jika sirkulasi air tidak memadai. Ekosistem mangrove juga memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat melalui mekanisme fitoremediasi sehingga mampu mengurangi polusi perairan (Awaliyah, Yona and Pratiwi, 2018). Akar mangrove juga memainkan peran penting dalam penyerapan polutan seperti tembaga dan kromium (Rosyid, 2020). Temuan Mentari, Soenardjo and Yulianto (2022), menunjukkan bahwa *Rhizophora Mucronata* secara signifikan mampu menurunkan kadar logam berat tembaga di Kawasan pesisir Pekalongan sehingga mempertegas peran mangrove dalam pengendalian pencemaran air.

Mangrove juga berperan dalam memantau kualitas air laut melalui indeks saprobic, kemampuan alami mangrove dapat mengurai bahan organik dan meningkatkan kualitas air secara biologis (Putri *et al.*, 2023). Perbedaan musim dan wilayah mempengaruhi parameter fisikokimia yang diatur oleh mangrove sehingga perlunya mengidentifikasi jenis mangrove yang tepat untuk ditanam di wilayah tersebut (Chaudhary and Trivedi, 2024). Dinamika musiman mempengaruhi distribusi nutrient dan bahan organik melalui proses *outwelling* mangrove yang mendukung produktivitas nya (Seleyi *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, ekosistem mangrove berkontribusi signifikan dalam menjaga kualitas air laut melalui pengaturan suhu, salinitas, kecerahan dan oksigen terlarut serta fitoremediasi polutan. Peran multifungsinya tidak hanya mampu meningkatkan kualitas air laut tetapi juga mendukung keseimbangan ekosistem pesisir. Oleh karena itu pelestarian dan pemulihan mangrove menjadi langkah strategis untuk memitigasi dampak negative pencemaran dan perubahan lingkungan di wilayah pesisir (Akhrianti and Gustomi, 2020; Luo *et al.*, 2024).

Biofilter Polutan Air Laut

Mangrove memiliki peran penting sebagai biofilter alami dalam mengendalikan polutan di perairan laut melalui struktur akar mangrove yang kompleks memungkinkan penyerapan, akumulasi dan transformasi berbagai jenis polutan termasuk logam berat sehingga membantu menjaga kualitas air laut di wilayah pesisir (Utami, Rismawati and Sapanli, 2018; Manikasari and Mahayani, 2019). Ekosistem mangrove bertindak sebagai penghalang fisik yang mampu menjebak polutan sebelum mencapai perairan terbuka sekaligus memanfaatkan proses biologis untuk mendekomposisi senyawa beracun (Manikasari and Mahayani, 2019). Kemampuan mangrove sebagai biofilter juga dipengaruhi oleh jenis mangrove dan kepadatan vegetasi di wilayah tersebut (Kaliu, 2018). Menurut Martuti, Anggraito and Anggraini (2019), menunjukkan bahwa mangrove di Kawasan tambak bandek di Tapak, Serang mampu mengurangi pencemaran air laut secara efektif melalui mekanisme fitoremediasi. *Avicennia Marina*, merupakan salah satu spesies mangrove yang dominan dengan kemampuan tinggi dalam menyerap logam berat seperti Zn (Farhan and Razif, 2017). Proses ini melibatkan penyerapan polutan ke dalam jaringan tanaman melalui akar mangrove, logam berat kemudian terakumulasi tanpa mempengaruhi fungsi fisiologis tanaman secara signifikan (Utami, Rismawati and Sapanli, 2018).

Ekosistem mangrove tidak hanya berfungsi sebagai biofilter logam berat tetapi juga sebagai pengendali nutrient berlebih, hal ini membantu mencegah eutrofikasi (Saputri, Wahyuningsih and Sari, 2022). Kawasan pesisir mangrove mampu bertindak sebagai bioakumulator limbah logam yang menjadikannya solusi efisien dan berkelanjutan untuk pengelolaan pencemaran (Mawardi *et al.*, 2022). Mangrove terbukti mampu memecah senyawa organik dan menyerap logam berat seperti merkuri dan tembaga melalui mekanisme fitoremediasi pasif dan aktif sehingga menegaskan potensi mangrove sebagai solusi berbasis ekologi yang efektif untuk pengelolaan kualitas air laut (Nilandita, 2015). Selain logam berat, mangrove juga berperan dalam menyaring limbah organik melalui proses bioremediasi yang melibatkan mikroorganisme di sekitar akar mangrove (Utami, Rismawati and Sapanli, 2018). Pentingnya pelestarian hutan mangrove untuk mencegah pencemaran air laut melalui perlindungan dan pemulihan mangrove menjadi langkah penting dalam strategi pengelolaan lingkungan pesisir (Wijayanti and Chamid, 2021). Secara keseluruhan, peran mangrove sebagai biofilter polutan air laut tidak hanya mendukung peningkatan kualitas air laut tetapi juga memastikan keberlanjutan ekosistem pesisir.

Konservasi Jangka Panjang

Konservasi mangrove jangka Panjang merupakan salah satu strategi penting dalam menjaga kualitas air laut di wilayah pesisir (Bai'un *et al.*, 2020). Ekosistem mangrove menyediakan berbagai layanan ekosistem termasuk perlindungan pesisir, penyaringan polutan, serta tempat bagi biota laut (Luo *et al.*, 2024). Konservasi Mangrove berkontribusi terhadap pengurangan erosi Pantai dan meningkatkan kualitas air laut melalui filtrasi alami (Zainuri, Takwanto and Syarifuddin, 2017). Upaya konservasi ini perlu dukungan dan keterlibatan Masyarakat setempat untuk berperan aktif dalam menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove (Wijayanti and Chamid, 2021). Melalui pendekatan inovatif berbasis teknologi dan komunitas untuk menangani degradasi mangrove dianggap sebagai langkah penting untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya ekosistem mangrove bagi wilayah pesisir (Zega *et al.*, 2024). Program-program seperti ini tidak hanya mempertahankan mangrove sebagai penyaring alami, tetapi juga mendukung peningkatan kualitas air laut dengan mengurangi polutan yang masuk ke wilayah pesisir (Wijayanti and Chamid, 2021). Program pengembangan Kawasan mangrove menjadi destinasi ekowisata dapat mendukung upaya konservasi, tidak hanya meningkatkan kesadaran public terhadap pentingnya mangrove namun menghasilkan manfaat ekonomi bagi Masyarakat

sekitar wilayah mangrove melalui pariwisata (Febriyanto, 2020). Pendekatan berbasis ekosistem dalam konservasi mangrove mampu berperan penting dalam menjaga ekologis wilayah pesisir (Kresnasari, Mustikasari and Handoko, 2022).

Implementasi program penanaman bakau di wilayah pesisir tidak hanya bertujuan untuk mengurangi abrasi, tetapi juga memperbaiki kualitas air laut melalui filtrasi alami polutan (Zukhra *et al.*, 2024). Penanaman mangrove ini melibatkan Masyarakat setempat sehingga memperkuat kolaborasi dan sinergitas antara komunitas lokal dan pemangku kebijakan (Turisno, Suharto and Priyono, 2018). Dukungan Kawasan konservasi juga berkontribusi untuk memberikan perlindungan terhadap gelombang pasang dan abrasi, serta menjaga kehidupan biota laut dengan menyediakan habitat alami (Husain, Idrus and Ihsan, 2020). Secara keseluruhan, konservasi mangrove jangka panjang memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan restorasi ekosistem, pemberdayaan masyarakat, dan integrasi dengan sektor ekonomi. Strategi ini memastikan keberlanjutan ekosistem mangrove sebagai penyaring alami, pelindung wilayah pesisir, dan pendukung kualitas air laut. Dengan demikian, konservasi mangrove tidak hanya memberikan manfaat ekologis tetapi juga mendukung kesejahteraan sosial dan ekonomi masyarakat.

Mendukung Ekosistem Laut yang Sehat

Ekosistem mangrove memiliki peranan penting dalam mendukung ekosistem laut yang sehat baik sebagai perlindungan habitat biota laut, penyediaan nutrient, fungsi ekologis, pengendali perubahan iklim, abrasi hingga fungsi ekonomis bagi masyarakat disekitarnya (Kresnasari, Mustikasari and Handoko, 2022). Akar-akar mangrove yang kompleks menciptakan habitat unik bagi biota laut sehingga mampu meningkatkan keanekaragaman hayati dengan mendukung rantai makanan laut yang kompleks (Nagelkerken *et al.*, 2008). Upaya konservasi mangrove menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan ekosistem laut untuk mengurangi degradasi dan eksploitasi berlebihan di wilayah pesisir (Putra, 2019). Menurut Lugina *et al* (2017), pengelolaan mangrove yang berkelanjutan mampu memperbaiki habitat laut yang terdegradasi dan memulihkan fungsi ekosistem sebagai pelindung alami pesisir. Pentingnya partisipasi warga dalam pengelolaan mangrove, tidak hanya menjaga keanekaragaman hayati tetapi juga memperkuat ketahanan ekosistem di wilayah pesisir terhadap perubahan lingkungan sehingga mendukung ekosistem laut yang sehat (Rachman *et al.*, 2023).

Ekosistem mangrove dapat mengurangi dampak gelombang pasang, abrasi, dan intrusi laut sehingga mampu melindungi habitat laut di sekitarnya (Sunkur *et al.*, 2023). Ekosistem mangrove yang sehat dapat meningkatkan kualitas air laut di wilayah pesisir juga mengoptimalkan rantai makanan sehingga memperkuat fungsi ekologis laut di wilayah pesisir (Kurniawan *et al.*, 2022). Ekosistem mangrove yang sehat dapat menghasilkan bahan organik yang menjadi sumber makanan bagi organisme laut melalui nutrient yang dihasilkan akan mengalir ke perairan sekitar sehingga mengoptimalkan rantai makanan laut di wilayah pesisir (Das, Das and Tah, 2022). Husain, Idrus and Ihsan (2020), juga menyatakan bahwa wilayah pesisir dengan menyediakan layanan ekosistem yang penting bagi biota laut seperti pemeliharaan keanekaragaman hayati dan stabilitas ekosistem dapat menjaga ekosistem laut yang sehat. Penanaman mangrove dapat membantu memperbaiki habitat laut yang rusak sekaligus meningkatkan kesadaran Masyarakat akan pentingnya menjaga ekosistem pesisir (Botha *et al.*, 2024). Pentingnya kebijakan dan regulasi yang tepat untuk mendukung kebijakan mengenai konservasi ekosistem mangrove di wilayah pesisir sehingga konservasi dapat berlangsung optimal (Johari *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan ekosistem laut. Mangrove tidak hanya menyediakan habitat penting bagi biota laut, tetapi juga membantu menjaga keseimbangan ekosistem melalui penyediaan nutrient, perlindungan pesisir, dan pengurangan risiko bencana. Oleh karena itu, upaya konservasi dan restorasi mangrove harus terus ditingkatkan untuk memastikan keberlanjutan ekosistem laut di daerah pesisir.

Mengatur Stok Karbon untuk Stabilitas Ekosistem Laut

Ekosistem mangrove memiliki peran krusial dalam mengatur stok karbon untuk menjaga stabilitas ekosistem laut (Hickmah *et al.*, 2021). Ekosistem mangrove merupakan salah satu penyimpan *blue carbon* yang paling efektif di dunia dengan berkontribusi besar dalam mitigasi perubahan iklim dan menjaga kualitas air laut (Carnell *et al.*, 2022). Mangrove dapat menyimpan karbon dalam jumlah besar melalui akumulasi bahan organik di tanahnya yang berfungsi sebagai penyerapan karbon dalam jangka Panjang (Irsadi *et al.*, 2022). Karbon yang tersimpan ini membantu mengurangi konsentrasi karbon dioksida (CO²) di atmosfer sekaligus mendukung stabilitas lingkungan pesisir (Melati, 2021). Tingkat kerapatan tutupan mangrove memiliki hubungan erat dengan kapasitas penyimpanan karbon biru sehingga sangat optimal dalam penyerapan karbon dibandingkan wilayah mangrove yang terdegradasi (Azzahra, Muryani and Tjahjono,

2023). Ekosistem mangrove di wilayah tropis seperti di Indonesia memiliki potensi penyimpanan karbon tertinggi dibandingkan daerah lain (Atwood *et al.*, 2017). Kida and Fujitake (2020), menjelaskan bahwa tanah mangrove memiliki mekanisme alami yang memungkinkan karbon organik untuk bertahan dalam waktu lama melalui interaksi dengan mineral tanah dan mikroorganisme sehingga stabilitas ini penting untuk mempertahankan fungsi ekosistem pesisir.

Menurut Yu *et al.* (2023), menemukan bahwa karbon biru di tanag mangrove yang berkembang mengalami dinamika perubahan dengan potensi pelepasan karbon yang lebih tinggi jika terjadi kerusakan ekosistem. Oleh karena itu perlindungan dan restorasi mangrove menjadi prioritas utama untuk memastikan keberlanjutan penyimpanan karbon (Yu *et al.*, 2023; K *et al.*, 2024). Kusumaningtyas *et al.* (2019), mencatat bahwa ekosistem mangrove di Indonesia memiliki variasi stok karbon yang signifikan, tergantung pada sumber bahan organik, kondisi lingkungan dan intervensi manusia. Mangrove yang terjaga dengan baik memiliki tingkat akumulasi karbon yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa konservasi mangrove tidak hanya penting untuk stabilitas karbon namun juga mendukung stabilitas ekosistem laut secara keseluruhan (Rangkuti *et al.*, 2022). Regenerasi mangrove dapat menjadi strategi mitigasi perubahan iklim yang efektif sekaligus mendukung stabilitas ekosistem pesisir (Luo *et al.*, 2024). Pentingnya pengelolaan stok karbon di wilayah pesisir dan kepulauan sebagai bagian integral dari strategi konservasi pesisir (Hickmah *et al.*, 2021). Sudirman, Helmi and Salim (2019), menggunakan permodelan geospasial untuk menunjukkan bahwa degradasi mangrove di Teluk Jakarta berdampak langsung pada pelepasan karbon dan peningkatan kerentanan ekosistem pesisir. Secara keseluruhan, ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam mengatur stok karbon dan menjaga stabilitas ekosistem laut. Peran ini semakin relevan dalam konteks perubahan iklim dan degradasi lingkungan pesisir. Dengan memprioritaskan konservasi, restorasi, dan pengelolaan mangrove yang berkelanjutan, manfaat karbon biru yang dihasilkan oleh mangrove dapat dimaksimalkan, mendukung kualitas air laut, dan memastikan kelestarian ekosistem pesisir.

Rekayasa Lingkungan Ekosistem Laut

Ekosistem mangrove memiliki peran strategis dalam rekayasa lingkungan ekosistem laut, khususnya dalam mendukung perbaikan kualitas air dan mitigasi pencemaran laut (Nilandita, 2015). Rekayasa lingkungan menggunakan ekosistem mangrove melibatkan biofisik, seperti fitoremediasi dan bioremediasi untuk mengatasi polusi logam berat dan kontaminasi lainnya di wilayah pesisir (Rosyid, 2020). Melalui pemanfaatan mangrove sebagai penyaring alami dapat mengurangi dampak pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas antropogenik (Zainuri, Takwanto and Syarifuddin, 2017). Kemampuan mangrove menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam jaringan akarnya menjadikannya solusi yang ramah lingkungan untuk perbaikan kualitas air (Yadav *et al.*, 2023). Potensi besar mangrove dalam pengelolaan pencemaran lingkungan secara berkelanjutan untuk memainkan peran adaptif terhadap kontaminasi logam berat melalui mekanisme penyesuaian fisiologis yang kompleks (Rahman *et al.*, 2024). Remediasi berbasis mangrove juga mencakup pengelolaan sedimen yang terkontaminasi bahwa sedimentasi yang difasilitasi oleh mangrove tidak hanya menstabilkan logam berat tetapi juga mencegah penyebarannya ke perairan terbuka (Birch, Nath and Chaudhuri, 2015). Ekosistem mangrove menyediakan layanan ekosistem yang multifungsi termasuk perlindungan pesisir dan peningkatan kualitas air laut (Pratiwi, Maslukah and Sugianto, 2022). Melalui ekosistem mangrove yang tercemar minyak mentah dapat pulih lebih cepat dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme yang berasosiasi dengan akar mangrove untuk memecah hidrokarbon kompleks dengan optimal (Manikasari and Mahayani, 2019; Larasati *et al.*, 2021).

Rehabilitasi mangrove dapat menjadi bagian integral dari strategi pengelolaan lingkungan pesisir yang berkelanjutan (Makaruku and Aliman, 2019). Selain remediasi dan rehabilitasi rekayasa lingkungan berbasis mangrove juga dapat diintegrasikan dengan teknologi budidaya perikanan untuk meningkatkan fungsi ekologis sebagai habitat alami (Samidjan, Rachmawati and Pranggono, 2019). Secara keseluruhan, rekayasa lingkungan berbasis mangrove menawarkan solusi berkelanjutan untuk memperbaiki kualitas air laut dan mengatasi berbagai bentuk pencemaran. Dengan memanfaatkan kemampuan alami mangrove untuk fitoremediasi, bioremediasi, dan pengelolaan sedimen, ekosistem ini tidak hanya membantu pemulihan lingkungan tetapi juga mendukung keseimbangan ekosistem laut. Untuk menjamin keberhasilan jangka panjang, strategi konservasi, rehabilitasi, dan integrasi harus memanfaatkan kemampuan alami mangrove untuk

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove memiliki peran yang signifikan dalam meningkatkan kualitas air laut di wilayah pesisir melalui enam mekanisme utama yaitu: pengaturan parameter fisikokimia, biofilter polutan, konservasi jangka Panjang, dukungan terhadap ekosistem laut yang sehat, pengaturan stok karbon, dan rekayasa lingkungan. Ekosistem mangrove dapat membantu menjaga suhu, salinitas dan kandungan oksigen sekaligus mengurangi kekeruhan air. Fungsi biofilter mangrove mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat serta mencegah eutrofikasi. Konservasi jangka Panjang dapat memastikan keberlanjutan ekosistem pesisir, sedangkan peran mangrove dalam mentaur stok karbon dapat membantu mitigasi perubahan iklim dan menjaga stabilitas ekosistem laut. Melalui pendekatan rekayasa lingkungan, mangrove mendukung pemulihan ekosistem pesisir dari pencemaran. Oleh karena itu, upaya pelestarian, restorasi dan pengelolaan ekosistem mangrove harus diperkuat dengan kebijakan, regulasi dan keterlibatan seluruh lapisan masyarakat untuk memastikan keberlanjutan ekosistem pesisir dan kualitas air laut untuk lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhrianti, I. and Gustomi, A. (2020) 'Important value aspect of mangrove community at coastal area of Pangkalpinang City, Bangka Island', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/599/1/012056>.
- Alharbi, T., El-Sorogy, A.S. and Al-Kahtany, K. (2024) 'Distribution and Comprehensive Risk Evaluation of Cr, Cd, Fe, Zn, and Pb from Al Lith Coastal Seawater, Saudi Arabia', *Water (Switzerland)*, 16(13). Available at: <https://doi.org/10.3390/w16131923>.
- Alongi, D.M. (2012) 'Carbon sequestration in mangrove forests', *Carbon Management*, 3(3), pp. 313–322. Available at: <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>.
- Arceo-Carranza, D. *et al.* (2024) 'Mangrove ecosystems as fundamental habitats for fish from the Mexican Caribbean: An evaluation between a conserved and restoration zone', *Regional Studies in Marine Science*, 77(July 2023), pp. 0–2. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103650>.
- Arini, D.P., Osawa, T. and Arthana, I.W. (2023) 'Dampak Perubahan Iklim Terhadap Budidaya Udang Vaname Di Pesisir Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur', *Jurnal Perikanan Unram*, 13(1), pp. 307–319. Available at: <https://doi.org/10.29303/jp.v13i1.475>.
- Atwood, T.B. *et al.* (2017) 'Global patterns in mangrove soil carbon stocks and losses', *Nature Climate Change*, 7(7), pp. 523–528. Available at: <https://doi.org/10.1038/nclimate3326>.
- Awaliyah, H.F., Yona, D. and Pratiwi, D.C. (2018) 'Akumulasi logam berat (Pb dan Cu) pada Akar dan daun mangrove *Avicennia marina* di Sungai Lamong, Jawa Timur', *Depik*, 7(3), pp. 187–197. Available at: <https://doi.org/10.13170/depik.7.3.11020>.
- Azzahra, R., Muryani, C. and Tjahjono, G.A. (2023) 'Development of GIS-Based Learning Multimedia To Improve Spatial Thinking Ability of Social Students In High School', 9(2), pp. 242–255. Available at: https://doi.org/10.2991/978-2-38476-114-2_67.
- Bai'un, N.H. *et al.* (2020) 'Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu', *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2)(227–238).
- Birch, G., Nath, B. and Chaudhuri, P. (2015) 'Effectiveness of remediation of metal-contaminated mangrove sediments (Sydney estuary, Australia)', *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), pp. 6185–6197. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3830-7>.
- Booth, A. *et al.* (2021) *Systematic Approaches To A Successful Literature Review*. London, UK: SAGE Publication Ltd.
- Botha, P.M. *et al.* (2024) 'Penanaman Mangrove Untuk Kelestarian Alam di Desa Nabe, Kecamatan Maukaro, Kabupaten Ende', *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(1), pp. 202–207. Available at: <https://doi.org/10.31004/jh.v4i1.578>.
- Breitbart, D. *et al.* (2018) 'Declining oxygen in the global ocean and coastal waters', *Science*, 359(6371), p. eaam7240. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>.
- Carnell, P.E. *et al.* (2022) 'Blue carbon drawdown by restored mangrove forests improves with age', *Journal of Environmental Management*, 306(December 2021). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114301>.

- Chaudhary, S.R. and Trivedi, R. (2024) 'International Journal of Environmental Sciences Physico - Chemical Analysis of Water Quality of Bhitarkanika Mangrove Forest ', 13(3), pp. 57–62. Available at: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36339.95521>.
- Cobacho, S.P. *et al.* (2024) 'Addition of iron does not ameliorate sulfide toxicity by sargassum influx to mangroves but dampens methane and nitrous oxide emissions', *Marine Pollution Bulletin*, 202(April), p. 116303. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116303>.
- Damaianto, B. and Musduqi, A. (2014) 'Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Utara Kabupaten Tuban dengan Parameter Logam', *Proceedings of the Fifth IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology*, 3(1).
- Das, S.C., Das, S. and Tah, J. (2022) 'Mangrove Ecosystems and Their Services BT - Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation', in S.C. Das, Pullaiah, and E.C. Ashton (eds). Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 139–152. Available at: https://doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_6.
- Diaz, R.J. and Rosenberg, R. (2008) 'Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems', *Science*, 321(5891), pp. 926–929. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1156401>.
- Djohan, T.S. and Ulul Azmi, A.B. (2020) 'KEMELIMPAHAN FITOPLANKTON DI PERAIRAN ESTUARI PAYAU BONDAN CILACAP, JAWA TENGAH (The Abundance of Phytoplankton in the Brackish Estuary of Bondan, Cilacap, Central Java)', *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 27(1), p. 7. Available at: <https://doi.org/10.22146/jml.42323>.
- Eddy, S. *et al.* (2015) 'Dampak Antropogenik Terhadap Degradasi Hutan Mangrove Di Indonesia', *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, Vol.1(3), pp. 240–254.
- Farhan, I. and Razif, M. (2017) 'Penyisihan Konsentrasi Logam Zn Menggunakan Mangrove *Avicennia marina*', *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). Available at: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23898>.
- Febriansyah, S.C., Hakim, L. and Retnaningdyah, C. (2022) 'Evaluation of Mangrove Water Quality in Pancer Cengkong, Trenggalek and Sine, Tulungagung, East Java, Indonesia Using Phytoplankton as Bioindicators', *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 14(2), pp. 297–312. Available at: <https://doi.org/10.20473/jipk.v14i2.32459>.
- Febriyanto, O. (2020) 'Strategi Pengembangan Kawasan Ekowisata Mangrove Pantai Indah Kapuk Sebagai Daya Tarik Di DKI Jakarta', *Geomedia*, 18(1), pp. 1–11. Available at: <https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index%0Astrategi>.
- Glibert, P.M. *et al.* (2018) 'Key Questions and Recent Research Advances on Harmful Algal Blooms in Relation to Nutrients and Eutrophication BT - Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms', in P.M. Glibert *et al.* (eds). Cham: Springer International Publishing, pp. 229–259. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-70069-4_12.
- Haddaway, Nearl R. *et al.* (2022) 'Campbell Systematic Reviews - 2022 - Haddaway - PRISMA2020 An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant.pdf', *Open Synthesis Campbell Systematic Reviews*, pp. 1–14.
- Haddaway, Neal R. *et al.* (2022) 'PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis', *Campbell Systematic Reviews*, 18(2), p. e1230. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cl2.1230>.
- Harefa, M.S. *et al.* (2023) 'Floristic composition and carbon stock estimation under restored mangrove area in Bagan Serdang, North Sumatra, Indonesia', *Biodiversitas*, 24(4), pp. 2037–2044. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240413>.
- Hermawan, R. *et al.* (2023) 'Analisis Cemaran Mikroplastik Di Pesisir Teluk Palu, Sulawesi Tengah', *JAGO TOLIS : Jurnal Agrokompleks Tolis*, 3(2), p. 68. Available at: <https://doi.org/10.56630/jago.v3i2.294>.
- Hickmah, N. *et al.* (2021) 'Kajian Stok Karbon Organik dalam Sedimen di Area Vegetasi Mangrove Karimunjawa', *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4), pp. 419–426. Available at: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12494>.
- Husain, P., Idrus, A. Al and Ihsan, M.S. (2020) 'The Ecosystem Service of Mangroves for Sustainable Coastal Area and Marine Fauna in Lombok, Indonesia: A Review', 1(1), pp. 1–7.
- Irsadi, A. *et al.* (2022) 'Peran Ekosistem Mangrove Dalam Mitigasi Pemanasan Global', *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, (1), pp. 144–166. Available at: <https://doi.org/10.15294/ka.v1i1.88>.
- Jambeck, J.R. *et al.* (2015) 'Plastic waste inputs from land into the ocean', *Science*, 347(6223), pp. 768–771.

- Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- Johari, H.I. *et al.* (2022) 'Valuasi Manfaat Tidak Langsung Mangrove Di Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur Nusa', *Geography*, 10(1), pp. 55–72.
- K, A. *et al.* (2024) 'Mangroves in environmental engineering: Harnessing the multifunctional potential of nature's coastal architects for sustainable ecosystem management', *Results in Engineering*, 21(January), p. 101765. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101765>.
- Kaliu, S. (2018) 'Struktur Vegetasi Mangrove dan Fekunditas di Desa Terapungmawasangka Sulawesi Tenggara', *Saintifik*, 4(1), pp. 31–38. Available at: <https://doi.org/10.31605/saintifik.v4i1.141>.
- Karthikeyan, P. *et al.* (2021) 'Prescribing sea water quality criteria for arsenic, cadmium and lead through species sensitivity distribution', *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111612>.
- Khalil, H. *et al.* (2021) 'Conducting high quality scoping reviews-challenges and solutions', *Journal of Clinical Epidemiology*, 130, pp. 156–160. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.10.009>.
- Kida, M. and Fujitake, N. (2020) 'Organic carbon stabilization mechanisms in mangrove soils: A review', *Forests*, 11(9), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.3390/f11090981>.
- Kresnasari, D., Mustikasari, D. and Handoko, B. (2022) 'Konservasi Mangrove Berbasis Pendekatan Ekosistem Sebagai Penunjang Pengembangan Ilmu Pengetahuan Di Segara Anakan, Cilacap', *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(4), p. 1857. Available at: <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i4.11714>.
- Kumiawan, R. *et al.* (2022) 'Eco-environment vulnerability assessment using remote sensing approach in East Kalimantan, Indonesia', *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27(September 2021), p. 100791. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100791>.
- Kumiawan, T. and Azizi, A. (2012) 'Dampak Perubahan Iklim Terhadap Petani Tambak Garam Di Kabupaten Sampang Dan Sumenep', *Jurnal Masyarakat & Budaya*, 14(3), pp. 499–518.
- Kusumaningtyas, M.A. *et al.* (2019) 'Variability in the organic carbon stocks, sources, and accumulation rates of Indonesian mangrove ecosystems', *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 218(December 2018), pp. 310–323. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.12.007>.
- Kusumawati, I., Nasution, M.A. and Alamsyah, A.- (2019) 'Distribusi Dan Komposisi Sampah Laut Pesisir Di Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya', *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 1(1). Available at: <https://doi.org/10.35308/jlaot.v1i1.1073>.
- Larasati, N.N. *et al.* (2021) 'Kandungan Pencemar Detejen Dan Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang', *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.9470>.
- Lestari, L. and Edward, E. (2010) 'Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut Dan Sumberdaya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikan-Ikan Di Teluk Jakarta)', *MAKARA of Science Series*, 8(2). Available at: <https://doi.org/10.7454/mss.v8i2.414>.
- Liyanto, L. *et al.* (2022) *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2022, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Londoño, L.A.S., Leal-Flórez, J. and Blanco-Libreros, J.F. (2020) 'Linking mangroves and fish catch: A correlational study in the southern Caribbean Sea (Colombia)', *Bulletin of Marine Science*, 96(3), pp. 415–429. Available at: <https://doi.org/10.5343/bms.2019.0022>.
- Lugina, M. *et al.* (2017) 'Strategi Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Mangrove Di Tahura Ngurah Rai Bali', *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 14(1), pp. 61–77. Available at: <https://doi.org/10.20886/jakk.2017.14.1.61-77>.
- Luo, J. *et al.* (2024) 'Impact of Conservation in the Futian Mangrove National Nature Reserve on Water Quality in the Last Twenty Years', *Forests*, 15(7). Available at: <https://doi.org/10.3390/f15071246>.
- Makaruku, A. and Aliman, R. (2019) 'Analisis Tingkat Keberhasilan Rehabilitasi Mangrove Di Desa Piru Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat', *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(2), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.37412/jrl.v2i2.2>.
- Manikasari, G.P. and Mahayani, N.P.D. (2019) 'Peran Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Pb dan Cu di Hutan Mangrove Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah', *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 2(2), p. 105. Available at: <https://doi.org/10.22146/jntt.42721>.

- Martuti, N.K.T., Anggraito, Y.U. and Anggraini, S. (2019) 'Vegetation Stratification in Semarang Coastal Area', *Biosaintifika*, 11(1), pp. 139–147. Available at: <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v11i1.18621>.
- Masiyah, S., Suriani, W.O. and Lutfi, M.A. (2023) 'Fisikokimia Tanah dan Air pada Habitat Persembunyian Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) pada Ekosistem Mangrove di Pesisir Lampu Satu Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan.', *Riview Article Common Serv. Article □ Research Article □*, 16(1), pp. 321–327.
- Mattone, C. and Sheaves, M. (2024) 'Mangrove forest ecological function is influenced by the environmental settings and the benthic fauna composition', *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 309(April), p. 108959. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108959>.
- Mawardi, A.L. *et al.* (2022) 'Potensi Wilayah Pesisir : Mangrove sebagai Bioakumulator Limbah Logam', *CV. Eureka Media Aksara*, pp. 1–101. Available at: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- Meams, A.J. *et al.* (2018) 'Effects of pollution on marine organisms', *Water Environment Research*, 90(10), pp. 1206–1300. Available at: <https://doi.org/10.2175/106143018X15289915807218>.
- Melati, D.N. (2021) 'Mangrove Ecosystem and Climate Change Mitigation: a Literature Review', *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 16(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.29122/jstmb.v16i1.4979>.
- Mentari, R.J., Soenardjo, N. and Yulianto, B. (2022) 'Potensi Fitoremediasi Mangrove *Rhizophora mucronata* Terhadap Logam Berat Tembaga di Kawasan Mangrove Park, Pekalongan', *Journal of Marine Research*, 11(2), pp. 183–188. Available at: <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.33246>.
- Nagelkerken, I. *et al.* (2008) 'The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review', *Aquatic Botany*, 89(2), pp. 155–185. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>.
- Nguyen, A., Le, B.V.Q. and Richter, O. (2020) 'The role of mangroves in the retention of heavy metal (Chromium): A simulation study in the thi vai river catchment, vietnam', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), pp. 1–22. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph17165823>.
- Nilandita, W. (2015) 'Studi Literatur Teknologi Fitoremediasi untuk Pemulihan Ekosistem Laut Terkontaminasi Logam Berat', *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), pp. 46–50. Available at: <https://doi.org/10.29080/alard.v1i1.33>.
- Page, M.J. *et al.* (2021) 'The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews', *BMJ*, p. n71. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Pratama, F.A.P. *et al.* (2023) 'Relationship between sediment type, total organic matter, and water quality on mangrove density on Tunda Island, Serang Banten', *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(1), p. 15. Available at: <https://doi.org/10.29103/aa.v1i2.7954>.
- Pratiwi, F.K.W.N., Maslukah, L. and Sugiarto, D.N. (2022) 'Kualitas Air dan Sedimen di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Pekalongan', *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3), pp. 33–43. Available at: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.14141>.
- Putra, B.S.E. and Hendrasarie, N. (2022) 'THE EFFECT OF MANGROVE DENSITY TO ESTUARY WATER QUALITY BASED ON PHYSIC-CHEMIST PARAMETERS AT WONOREJO, SURABAYA', *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology*, 9(2), pp. 75–82. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2022.009.02.5>.
- Putra, I.S. (2019) 'Dampak Pulau Reklamasi terhadap Sedimentasi dan Potensi Perkembangan Mangrove Di Pesisir Teluk Jakarta (Muara Angke)', *Jurnal Sumber Daya Air*, 15(2), pp. 81–94. Available at: <https://doi.org/10.32679/jsda.v15i2.587>.
- Putri, A.D.A.S. *et al.* (2023) 'Indeks Saprobik di Kawasan Mangrove Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(1), pp. 258–263. Available at: <https://doi.org/10.14710/jil.22.1.258-263>.
- Rachman, F. *et al.* (2023) 'Pembangunan Ekosistem Laut Berkelanjutan Melalui Keterlibatan Warga Dalam Pengelolaan Hutan Mangrove di Desa Tanjung Rejo', *Jurnal Kewarganegaraan*, 20(1), p. 40. Available at: <https://doi.org/10.24114/jk.v20i1.43782>.
- Rafsanjani Fajrin, E., Damar, A. and Taryono (2024) 'Marine Debris Pollution and Its Impact on the Mangrove Ecosystem (Case Study: Karimunjava Island and Kemujan Island, Indonesia)', *Jurnal Pengelolaan*

- Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(3), pp. 516–524. Available at: <https://doi.org/10.29244/jpsl.14.3.516>.
- Rahman, S.U. *et al.* (2024) 'Adaptation and remediation strategies of mangroves against heavy metal contamination in global coastal ecosystems: A review', *Journal of Cleaner Production*, 441(October 2023), p. 140868. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140868>.
- Rahmantya, K.F. *et al.* (2022) *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2022*. 1st edn. Jakarta: Pusat Data, Statistik dan Informasi kementerian kelautan dan perikanan.
- Rangkuti, A.M. *et al.* (2022) *Ekosistem Pesisir & Laut Indonesia*. I. Edited by S.B. Hastutu and R. Damayanti. Jakarta: Bumi Aksara.
- Razi, N.M. *et al.* (2023) 'Literatur Review: Pencemaran Logam Berat di Pelabuhan Indonesia', *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5(1), p. 48. Available at: <https://doi.org/10.35308/jlik.v5i1.7175>.
- Rosyid, N.U. (2020) *Fitoremediasi Mangrove*. Guepedia.
- Roy-Hubara, N. and Sturm, A. (2020) 'Design methods for the new database era: a systematic literature review', *Software and Systems Modeling*, 19(2), pp. 297–312. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10270-019-00739-8>.
- Sabdaningsih, A. *et al.* (2023) 'Environmental legacy of aquaculture and industrial activities in mangrove ecosystems', *Journal of Sea Research*, 196(July), p. 102454. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102454>.
- Sahari, M.S.I. *et al.* (2024) 'Carbon stock variability of Setiu Lagoon mangroves and its relation to the environmental parameters', *Global Ecology and Conservation*, 53(January), p. e02994. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e02994>.
- Samidjan, I., Rachmawati, D. and Pranggono, H. (2019) 'REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA KEPITING BAKAU (*Scylla paramaosain*) MELALUI REKAYASA PAKAN DAN LINGKUNGAN UNTUK PERCEPATAN PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN Keunggulan kepiting bakau untuk dibudidayakan karena memiliki bakau dipenuhi dari hasil tangkapan melal', *PENA Akuatika*, 18(2), pp. 47–62.
- Saputri, B.T.J., Wahyuningsih, E. and Sari, D.P. (2022) 'Peranan Mangrove Ssebagai Biofilter Pencemaran Air Di Desa Lembar Selatan Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat The Role Of Mangrove As A Biofilter Of Water Pollution In Lembar Selatan Village, Lembar Regency, West Lombok Regency', *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 6(2), pp. 128–139.
- Seleyi, S.C. *et al.* (2024) 'Seasonal dynamics of mangrove outwelling and its impact on estuarine productivity: insights from multi-parameter analysis across tidal variations', *Aquatic Sciences*, 86(3), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01092-9>.
- Siregar, M.N.F. and Soegianto, A. (2024) 'Literature Review : Investigasi Pengaruh Polutan Mikrologam , dan Mikroplastik terhadap Biota Ekosistem Pesisir Pantai Bali', *JB&P: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 11(2), pp. 143–160.
- Sudirman, N., Helmi, M. and Salim, H.L. (2019) 'Geospatial Modeling of Blue Carbon Ecosystem Coastal Degradation in Jakarta Bay', *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1), pp. 80–92. Available at: <https://doi.org/10.14710/ijoce.v1i1.6266>.
- Sunkur, R. *et al.* (2023) 'Mangroves' role in supporting ecosystem-based techniques to reduce disaster risk and adapt to climate change: A review', *Journal of Sea Research*, 196(July), p. 102449. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102449>.
- Tricco, A.C. *et al.* (2016) 'A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews', *BMC Medical Research Methodology*, 16(1), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>.
- Turisno, B.E., Suharto, R. and Priyono, E.A. (2018) 'Peran Serta Masyarakat Dan Kewenangan Pemerintah Dalam Konservasi Mangrove Sebagai Upaya Mencegah Rob Dan Banjir Serta Sebagai Tempat Wisata', *Masalah-Masalah Hukum*, 47(4), p. 479. Available at: <https://doi.org/10.14710/mmh.47.4.2018.479-497>.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2021) *From Pollution to Solution A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution, United Nations Environment Programme (UNEP) and GRID-Arendal*. United Nations Environment Programme (UNEP) and GRID-Arendal.
- Utami, R., Rismawati, W. and Sapanli, K. (2018) 'Pemanfaatan Mangrove untuk Mengurangi Logam Berat di Perairan', *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*, pp. 2621–7449.

- Vikas, M. and Dwarakish, G.S. (2015) 'Coastal Pollution: A Review', *Aquatic Procedia*, 4(Icwrcoe), pp. 381–388. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.051>.
- Weisberg, S.B. *et al.* (2016) 'Water quality criteria for an acidifying ocean: Challenges and opportunities for improvement', *Ocean and Coastal Management*, 126, pp. 31–41. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.010>.
- Wijayanti, B.I. and Chamid, C. (2021) 'Kajian Pengendalian Pencemaran Air Laut Berdasarkan Partisipasi Masyarakat di Kawasan Pesisir Pantai Santolo Kecamatan Cikelet Kabupaten Garut', *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota*, 1(1), pp. 23–29. Available at: <https://doi.org/10.29313/jrpwk.v1i1.74>.
- Wilda, R., Hamdan, A.M. and Rahmi, R. (2020) 'A review: The use of mangrove for biomonitoring on aquatic environment', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 980(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/980/1/012083>.
- Yadav, K.K. *et al.* (2023) 'An eco-sustainable approach towards heavy metals remediation by mangroves from the coastal environment: A critical review', *Marine Pollution Bulletin*, 188(December 2022), p. 114569. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114569>.
- Yoswaty, D. *et al.* (2024) 'Seawater quality parameters in the mangrove conservation area of Bukit Batu District, Bengkalis Regency, Riau Province', *BIO Web of Conferences*, 136, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413603004>.
- Yu, C. *et al.* (2023) 'The role of blue carbon stocks becomes more labile with mangrove development', *Ecological Indicators*, 154(July). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110634>.
- Zainuri, A.M., Takwanto, A. and Syarifuddin, A. (2017) 'Konservasi Ekologi Hutan Mangrove Di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo', *Jurnal kehutanan*, 14, pp. 1–7.
- Zega, A. *et al.* (2024) 'Innovative Strategies In The Face Of Ecosystem Degradation : An Updated Assessment Of The Vital Role Of Mangrove Forests In Environmental Conservation', 2(2), pp. 71–83.
- Zukhra, R.M. *et al.* (2024) 'Implementasi Program Penanaman Bakau untuk Memperkuat Lahan Pesisir di Kelurahan Sinaboi Kota Kabupaten Rokan Hilir', 2(7), pp. 2653–2657.

Dampak Ekosistem Mangrove terhadap Kualitas Air Laut di Wilayah Pesisir: Tinjauan Ruang Lingkup

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ejournal2.undip.ac.id Internet Source	3%
2	semnaspemd.fkip.unila.ac.id Internet Source	1%
3	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	<1%
4	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
5	journal.asrihindo.or.id Internet Source	<1%
6	24hour.id Internet Source	<1%
7	mafiadoc.com Internet Source	<1%
8	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	<1%
9	www.neliti.com Internet Source	<1%

10 Indra Setya Putra. "Dampak Pulau Reklamasi terhadap Sedimentasi dan Potensi Perkembangan Mangrove Di Pesisir Teluk Jakarta (Muara Angke)", JURNAL SUMBER DAYA AIR, 2019
Publication <1 %

11 conference.spav.ac.in
Internet Source <1 %

12 dspace.uui.ac.id
Internet Source <1 %

13 dspace.vutbr.cz
Internet Source <1 %

14 ejournal.uki.ac.id
Internet Source <1 %

15 journals.aserspublishing.eu
Internet Source <1 %

16 repositorio.ucv.edu.pe
Internet Source <1 %

17 Laís Coutinho Zayas Jimenez. "Blue carbon in Brazilian mangroves: from soil geochemistry to soil quality assessment and public management", Universidade de São Paulo. Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2024
Publication <1 %

ojs3.unpatti.ac.id

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On