

Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove Di Wilayah PLTD Poka Kota Ambon

Wanti Sairmorsa¹, Edward. G. Tetelepta^{1*}, Roberth. B. Riry¹

¹Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pattimura Ambon

*Corresponding author: edwardunm@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia, sebagai kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia, memiliki peran ekologi, sosial-ekonomi, dan sosial-budaya yang vital. Hutan mangrove, sebagai komunitas vegetasi pantai tropis, tumbuh di daerah pasang surut dan memberikan perlindungan pantai, sumber ikan, dan berbagai manfaat ekologis. Namun, hutan mangrove rentan terhadap kerusakan akibat aktivitas manusia, seperti eksploitasi berlebihan dan pembuangan sampah. Tuntutan pembangunan yang menekankan ekonomi, terutama konversi hutan mangrove, menyebabkan degradasi ekosistem. Faktor fisik, kimia, biologi, dan sosial-ekonomi berperan dalam kerusakan, dengan pencemaran minyak dan pembuangan limbah menjadi ancaman serius. Pentingnya konservasi dan pengelolaan berkelanjutan ditekankan untuk menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif dan eksperimen. Pendekatan deskriptif digunakan untuk memahami objek penelitian dalam kondisi alami, sedangkan eksperimen dilakukan secara sistematis dan terencana untuk membuktikan teori. Pendekatan penelitian melibatkan kombinasi metode kuantitatif dan wawancara kualitatif untuk memahami interaksi variabel penelitian secara mendalam. Berdasarkan hasil penelitian, faktor-faktor yang perlu diperhatikan di daerah mangrove melibatkan aspek fisik, kimia, biologi, dan sosial. Parameter fisika dan kimia, seperti suhu, salinitas, dan kualitas air, memenuhi standar maksimum yang diperbolehkan. Namun, terdapat peningkatan logam berat, khususnya cairan minyak oli terlarut, yang dapat mengancam kesehatan ekosistem mangrove. Perubahan jenis tumbuhan mangrove juga terdeteksi, menunjukkan ancaman terhadap keberlanjutan tanaman mangrove. Masalah sosial seperti pembuangan sampah sembarangan, terutama sampah plastik, kayu, dan pecahan kaca, menyebabkan penyumbatan dan hambatan pertumbuhan mangrove. Sehingga, perlu dilakukan upaya perlindungan dan pengelolaan yang berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan ekosistem mangrove di daerah tersebut.

Kata Kunci: Ekosistem, Identifikasi, Kerusakan, Mangrove

ABSTRACT

Indonesia, as the world's largest mangrove ecosystem, plays a vital role in ecology, socio-economics, and socio-culture. Mangrove forests, as tropical coastal vegetation communities, thrive in tidal areas and provide coastal protection, fish sources, and various ecological benefits. However, mangrove forests are vulnerable to human-induced damage, such as overexploitation and waste disposal. Development demands, emphasizing the economy, particularly mangrove forest conversion, lead to ecosystem degradation. Physical, chemical, biological, and socio-economic factors contribute to the damage, with oil pollution and waste disposal posing serious

threats. The importance of conservation and sustainable management is emphasized to ensure the continuity of the mangrove ecosystem. This research employs qualitative methods with a descriptive and experimental approach. The descriptive approach is used to understand the research object in its natural state, while experiments are systematically and plannedly conducted to prove theories. The research approach involves a combination of quantitative methods and qualitative interviews to understand the interaction of research variables in-depth. Based on the research results, factors to be considered in mangrove areas involve physical, chemical, biological, and social aspects. Physical and chemical parameters, such as temperature, salinity, and water quality, meet the allowed maximum standards. However, an increase in heavy metals, especially dissolved oil, poses a threat to the health of the mangrove ecosystem. Changes in mangrove plant species are also detected, indicating a threat to the sustainability of mangrove plants. Social issues such as indiscriminate waste disposal, especially plastic, wood, and glass waste, cause blockages and hinder mangrove growth. Therefore, efforts for sustainable protection and management are needed to ensure the sustainability of the mangrove ecosystem in the area.

Keywords: *Ecosystem, Identification, Damage, Mangroves*

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia, memiliki peranan ekologi, sosial-ekonomi, dan sosial-budaya yang sangat penting, seperti menjaga stabilitas pantai, menyediakan sumber ikan, udang, dan keanekaragaman hayati, memberikan sumber kayu bakar dan kayu bangunan, serta berfungsi sebagai area konservasi, pendidikan, ekoturisme, dan identitas budaya (Setyawan & Winarno, 2006). Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, terdiri dari beberapa spesies pohon mangrove yang dapat tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut pantai berlumpur. Habitat ini biasanya terletak pada daerah intertidal dan subtidal yang mendapat aliran air cukup, serta dilindungi dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat, menjadikannya umum ditemukan di pantai-pantai teluk dangkal, estuaria, delta, dan daerah pantai yang terlindung (Keninich, 1990).

Hutan mangrove merupakan ekosistem pantai yang terletak di wilayah pesisir yang secara teratur tergenang oleh air laut dan dipengaruhi oleh pasang surut, namun tidak terlalu dipengaruhi oleh iklim. Terdiri dari beberapa spesies

pohon dan semak khas yang dapat tumbuh dalam perairan asin, hutan mangrove umumnya mencakup sembilan genus tumbuhan seperti *Avicennia*, *Suaeda*, *Laguncularia*, *Lumnitzera*, *Conocarpus*, *Aegicera*, *Aegialitis*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, dan *Sonneratia*. Ciri khas dari hutan mangrove termasuk adanya akar napas (*pneumatofor*), zonasi berdasarkan tipe tumbuhan seperti *Avicennia/Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, dan *Nypa*, serta kemampuannya tumbuh pada substrat tanah berlumpur atau berpasir dengan salinitas yang bervariasi. Ekosistem ini memiliki peran penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan, memberikan perlindungan pantai dari abrasi, dan menyediakan habitat penting bagi keanekaragaman hayati laut (Nybakken, 1982).

Menurut (Pramudji, 2000) hutan mangrove rentan terhadap kerusakan ketika keseimbangan lingkungan terganggu. Tidak hanya dipengaruhi oleh proses alami, tetapi juga oleh tindakan manusia. Eksploitasi berlebihan atas hutan mangrove untuk memenuhi kebutuhan manusia sering kali terjadi tanpa memperhatikan prinsip-prinsip konservasi (Siswanto, 2017). Akibatnya,

ekosistem hutan mangrove mengalami degradasi yang signifikan, menyebabkan hilangnya fungsi ekologisnya secara langsung. Penggunaan hutan mangrove yang tidak berkelanjutan dan manajemennya yang kurang memperhatikan aspek kelestarian menjadi penyebab utama tekanan terhadap kondisi hutan mangrove saat ini. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi dan pengelolaan yang berkelanjutan agar hutan mangrove dapat terus memberikan manfaat ekologis, ekonomis, dan sosial bagi masyarakat dan lingkungan sekitarnya.

Tuntutan pembangunan yang menitikberatkan pada aspek ekonomi dengan fokus pada pembangunan infrastruktur fisik, seperti konversi hutan mangrove, telah terbukti menjadi pemicu kerusakan ekosistem mangrove dan degradasi lingkungan pantai. Permasalahan ini semakin diperparah oleh pencemaran air sungai atau laut dan eksploitasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan, mengakibatkan kondisi lingkungan pantai saat ini menjadi semakin mengkhawatirkan. Kerusakan ekosistem mangrove umumnya diakibatkan oleh faktor lingkungan fisik, seperti perubahan iklim dan erosi, serta faktor sosial-ekonomi masyarakat, termasuk eksploitasi berlebihan dan praktik-praktik pertanian yang merugikan. Untuk mengatasi tantangan ini, pentingnya perlindungan dan pengelolaan yang berkelanjutan menjadi semakin krusial dalam menjamin keberlanjutan ekosistem mangrove serta mempertahankan manfaat ekologis, ekonomis, dan sosial yang dihasilkannya (Anugra, et al., 2014).

Di daerah mangrove, kondisi fisik yang ditandai oleh gerakan air yang minim menyebabkan partikel-partikel sedimen halus cenderung mengendap dan mengumpul di dasar, membentuk lumpur halus yang menjadi substrat dasar

bagi ekosistem hutan mangrove (Kusmana, et al., 1997). Pengamatan dan wawancara terkait faktor sosial-ekonomi masyarakat mengindikasikan bahwa salah satu aktivitas yang signifikan berkontribusi terhadap kerusakan hutan mangrove adalah konversi lahan secara permanen untuk kepentingan lain, seperti pembukaan lahan tambak, pemukiman, dan persawahan (deforestasi). Konversi hutan mangrove menjadi pemukiman merupakan contoh nyata dari banyaknya aktivitas masyarakat yang dapat menekan pertumbuhan dan keseimbangan ekosistem mangrove, membawa dampak negatif pada fungsi ekologis dan ekonomisnya.

Kerusakan hutan mangrove mencakup perubahan kondisi fisik, baik biotik maupun abiotik, dalam ekosistem mangrove yang menyebabkannya kehilangan keutuhan dan mengalami kerusakan, yang bisa dipicu oleh faktor alam maupun campur tangan manusia. Fakta bahwa sebagian manusia mencapai pemenuhan kebutuhan hidup dengan cara mengintervensi ekosistem mangrove menjadi penyebab signifikan dari kerusakan ekosistem tersebut. Dampaknya mencakup gangguan terhadap fungsi ekologis dan ekonomis mangrove serta mengancam keberlanjutan ekosistem tersebut. (Ramena, et al., 2020). Desa Poka, yang terletak di Kecamatan Teluk Ambon, mengalami kerusakan ekosistem mangrove yang signifikan. Puluhan pohon mangrove di kawasan tersebut, terutama di depan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD), mati akibat tumpahan limbah dari perusahaan listrik negara (PLN). Kondisi ini disebabkan oleh limbah domestik yang sering dibuang ke pesisir pantai oleh masyarakat setempat. Hasil laboratorium dari Dinas Lingkungan Hidup Maluku awalnya menyatakan bahwa mangrove di depan PLN Poka tidak mati karena limbah PLN, namun indikasi ini diperdebatkan oleh

hasil uji laboratorium dari Pusat Geologi Bandung. Uji tersebut menunjukkan bahwa puluhan pohon mangrove mati dan layu akibat titik limbah yang melebihi ambang batas, terutama dari bocornya pipa minyak PLN dan radiator air panas. Pencemaran ini mengakibatkan kematian vegetasi mangrove karena zat pencemar (minyak) menutupi lentisel pohon mangrove, menghambat proses metabolisme dan kemampuan tanaman menyerap makanan serta zat-zat mineral dari tanah. Kesimpulannya, konsentrasi zat pencemar tetap tinggi di area mangrove, yang dibuktikan oleh hasil penelitian di lapangan yang menunjukkan substrat tanah mengandung minyak. Situasi ini menunjukkan eskalasi serius kerusakan lingkungan di Desa Poka dan menekankan urgensi penanganan serta perlindungan terhadap ekosistem mangrove yang rentan tersebut (Dinamikamaluku.com, 2022)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode penelitian kualitatif, yang bertujuan untuk menghasilkan dan menganalisis data dengan pendekatan deskriptif, melibatkan transkripsi wawancara, catatan lapangan, serta dokumentasi berupa gambar atau foto (Poerwandari 2013). Setelah mendapatkan hasil, dilakukan metode eksperimen, suatu percobaan yang dilakukan secara sistematis dan terencana dengan tujuan untuk membuktikan kebenaran suatu teori (Hasan Alwi 2005).

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif yaitu jenis, design, atau rancangan penelitian yang umumnya digunakan untuk mengkaji objek penelitian alami atau dalam kondisi nyata, dan tidak diatur seperti dalam eksperimen

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif, sebuah jenis desain penelitian yang umumnya digunakan untuk mempelajari

objek penelitian dalam kondisi alami atau nyata, tanpa adanya pengaturan seperti dalam eksperimen. Pendekatan penelitian yang digunakan melibatkan kombinasi metode kuantitatif, dengan pengumpulan data melalui analisis statistik, dan wawancara kualitatif, untuk meraih pemahaman yang lebih mendalam terkait interaksi kompleks antara variabel-variabel penelitian (Leuwol *et al.*, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, fokus akan diberikan pada identifikasi kerusakan ekosistem mangrove di PLTD Desa Poka, Kota Ambon. Pendekatan empiris digunakan untuk menjawab permasalahan dengan mengumpulkan data yang relevan, dan metode eksperimen dilakukan dengan percobaan yang sistematis dan terencana untuk membuktikan kerusakan ekosistem mangrove di Desa Poka. Hasil wawancara dan informasi dari warga lokal menunjukkan bahwa kerusakan mangrove terjadi mendadak pada bulan Mei 2022, sedangkan pada tahun 2021 masih terlihat tumbuhan mangrove yang hidup. Warga melaporkan adanya kematian atau kerusakan mangrove yang disebabkan oleh limbah oli, yang masih terlihat menempel pada tanaman mangrove. Sebagai respons terhadap situasi ini, warga bekerjasama dengan beberapa instansi seperti PLN, LIPI, Angkatan Muda (AM), dan Dinas Kota. Bersama-sama, mereka melakukan pembersihan area mangrove dan menanam kembali mangrove sebanyak lima kali dengan total 500-1.000 anakan. Penanaman dilakukan dengan jarak 1 meter antara satu mangrove dengan mangrove lainnya, dan dilakukan pada kondisi surut air laut. Langkah ini diharapkan dapat membantu memulihkan ekosistem mangrove yang terdampak kerusakan, dan selanjutnya, hasil penelitian akan dibahas berdasarkan variabel-variabel yang telah dirumuskan

untuk memberikan pemahaman lebih lanjut terhadap situasi ini.

1. Faktor Fisik

a. Peningkatan Salinitas Air

Salinitas, yang merujuk pada konsentrasi garam dalam air, menjadi faktor krusial dalam pertumbuhan mangrove. Mangrove tumbuh di perairan payau atau berair garam, dan berbagai spesies mangrove memiliki tingkat toleransi yang berbeda terhadap salinitas. Tingkat salinitas yang tinggi atau fluktuasi salinitas yang ekstrim dapat memberikan dampak signifikan terhadap

pertumbuhan dan kesehatan mangrove. Oleh karena itu, untuk memahami kondisi lingkungan di Desa Poka, Kota Ambon, telah dilakukan penelitian di laboratorium untuk mengukur tingkat salinitas air laut di wilayah tersebut. Informasi ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam terkait faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi ekosistem mangrove di daerah tersebut dan membantu dalam mengembangkan strategi konservasi yang lebih efektif.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sampel Parameter Fisika, Kimia Dan Biologi

No	Parameter	Satuan	Hasil	Kadar Maksimum
A. Fisika				
1	Suhu	°C	26.8	Alami
2	Jumlah Zat Padat Tersuspensi (TTS)	Mg/l	0.018	80
3	Kekeruhan	NTU	0.21	5
4	Kebauan	-	Tidak Berbau	Alami
B. Kimia				
1	DO	Mg/l	1.45	>5
2	BOD	Mg/l	38.1	20
3	Salinitas	%	32.86	Alami
4	Kromium (cr)	Mg/l	0	0.005
5	Nitrat (Sebagai No ₃)	Mg/l	0.01	0.06
6	OrtoFosfal (PO ₄)	Mg/l	0	0.015
7	Amonia Total (NH ₃ -N)	Mg/l	0	0.3
8	PH		7.89	7-8,15
9	Minyak Lemak	Mg/l	0.021	1
10	Detergen	Mg/l	0.01	1
11	Zeng	Mg/l	0	0.05
12	Kadmium	Mg/l	0	0.001
13	Timbal	Mg/l	8.41	0.005
14	Tembaga	Mg/l	0	0.008
15	Nikel	Mg/l	0	0.05
C. Mikrobiologi				
1	Total Koliform	Jumlah /100 ml	12	1000

Sumber: Data Primer Hasil Uji Laboratorium

2. Faktor Kimia

a. Peningkatan Logam Berat

Peningkatan konsentrasi logam berat dalam lingkungan alam, disebabkan

oleh berbagai faktor fisik yang mempengaruhi ekosistem, ditemukan dalam hasil penelitian di Desa Poka, yang memberikan gambaran spesifik terkait

tingkat dan distribusi logam berat di wilayah tersebut.

Di area mangrove terdeteksi keberadaan cairan minyak yang mengkhawatirkan. Selama proses pemboboran tanah dengan kedalaman 1 meter, terlihat cairan minyak ketika tanah tersebut dijatuhkan ke dalam air. Warga setempat menyebutkan bahwa minyak tersebut berasal dari limbah oli yang dibuang oleh PLN, dan hingga kini sisa-sisa minyak masih terdapat pada akar-akar mangrove. Kontaminasi minyak ini sudah berlangsung selama satu tahun, dan minyak oli tersebut dianggap sebagai zat beracun yang dapat menghentikan dan merusak sel jaringan pada tumbuhan mangrove. Keberlanjutan kondisi ini dapat berdampak serius terhadap ekosistem mangrove, memerlukan tindakan cepat dan efektif untuk membersihkan dan mengatasi dampak pencemaran yang telah terjadi.

3. Faktor Biologi

a. Perubahan Jenis Tumbuhan

Pada aspek biologi, dilakukan pengambilan data terkait vegetasi mangrove dan tingkat kerusakan mangrove. Data tersebut diperoleh dengan melakukan survei di Desa Poka, dan informasi dari warga setempat mengindikasikan bahwa kematian mangrove terjadi pada tahun sebelumnya. Perubahan signifikan terlihat dari mangrove yang pada awalnya hidup menjadi mangrove yang mati. Tingkat kerusakan mangrove diukur dengan memperhatikan tiga tingkat, yakni pada pohon mangrove, mangrove sedang, dan mangrove semai (Komang *et al.*, 2021). Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga blok dengan ukuran 10x10 meter, di mana setiap blok memiliki vegetasi mangrove yang berbeda. Pendekatan ini memberikan gambaran yang komprehensif terhadap kondisi vegetasi mangrove dan tingkat kerusakannya di berbagai bagian lokasi penelitian.

Tabel 2. Tingkat Kerusakan Mangrove

Blok	Vegetasi	Hidup	Mati	Tumbuhan
A	Pohon	5	12	Anakan Nipa
	Sedang	15	5	(<i>Nypa fruticans</i>)
	Semai	50	-	
B	Pohon	20	9	Ki Tolod
	Sedang	70	-	(<i>Isotoma longiflora</i>)
	Semai	20	-	
C	Pohon	-	-	
	Sedang	50	-	Tidak ada
	Semai	30	-	

Selain aspek vegetasi dan tingkat kerusakan mangrove, penelitian ini juga memperhatikan karakteristik tanah di setiap blok penelitian. Blok A ditandai dengan tekstur tanah yang berlumpur, sementara Blok B memiliki karakteristik tanah yang sedikit berlumpur, berpasir, dan berbatu. Blok C, di sisi lain, memiliki tekstur tanah yang cenderung berpasir dan berbatu. Variasi ini mengindikasikan perbedaan kondisi ekologis yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mangrove. Di lokasi penelitian, terdapat beberapa jenis mangrove yang mendominasi, termasuk *Rhizophora*, *Avicennia*, *Sonneratia*, *Ceriops*, dan *Bruguiera*. Pengamatan terhadap karakteristik tanah dan jenis mangrove yang tumbuh di setiap blok dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang adaptasi mangrove terhadap kondisi lingkungan yang berbeda-beda di Desa Poka.

4. Faktor Sosial Masyarakat

Aspek sosial penelitian ini melibatkan pengambilan data secara manual dengan melihat langsung interaksi manusia dengan lokasi penelitian. Pembuangan sampah secara sembarangan oleh masyarakat menjadi salah satu faktor utama yang memicu kerusakan ekosistem mangrove. Pada

lokasi penelitian, terdapat berbagai jenis sampah seperti plastik, kayu, pecahan kaca, dan sampah lainnya yang sangat melimpah. Sebanyak 100% sampah plastik dan kayu serta sekitar 50% pecahan kaca terdistribusi di sekitar mangrove yang tumbuh. Pembuangan sampah ini telah menyebabkan kerusakan pada akar pasak yang tumbuh di laut, mengakibatkan penurunan luas permukaan respirasi dan kemampuan tanaman untuk mengambil unsur hara dari lingkungan sekitarnya, yang pada akhirnya menurunkan pertumbuhan pohon mangrove (Lestari *et al.*, 2015; Azharil *et al.*, 2023). Dari sini, terlihat bahwa keberadaan sampah menyebabkan penyumbatan yang menghambat proses pertumbuhan mangrove secara signifikan. Upaya pengelolaan sampah yang lebih baik dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan ekosistem mangrove menjadi krusial untuk melindungi dan memulihkan ekosistem tersebut (Ritohardoyo *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Faktor Fisik, Hasil analisis dari Dinas Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Maluku menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia, seperti suhu, TTS, kekeruhan, kebauan, DO, BOD, salinitas, kromium, nitrat, ortofosfat, amonia, pH, minyak lemak, detergen, seng, kadmium, timbal, tembaga, nikel, dan total koliform, memenuhi standar maksimum yang diperbolehkan. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi fisik dan kimia lingkungan di daerah mangrove masih dalam batas yang diperbolehkan.
2. Faktor Kimia, Penelitian di daerah mangrove menunjukkan peningkatan logam berat, terutama cairan minyak oli terlarut, yang dapat menyebabkan henti dan kematian sel jaringan pada tumbuhan mangrove. Hal ini menunjukkan adanya ancaman serius terhadap kesehatan ekosistem mangrove akibat kontaminasi kimia.
3. Faktor Biologi, Penelitian menunjukkan perubahan jenis tumbuhan mangrove, dengan beberapa yang masih hidup, namun banyak yang terancam mati atau rusak pada tahun 2022. Ini mencakup mangrove pohon, mangrove sedang, dan mangrove kecil/semai. Perubahan ini menggambarkan dampak negatif terhadap keberlanjutan tumbuhan mangrove di daerah tersebut.
4. Faktor Sosial, Pembuangan sampah secara sembarangan di daerah mangrove menjadi masalah serius, dengan keberadaan sampah plastik, sampah kayu, pecahan kaca, dan sampah lainnya yang berlimpah. Sampah tersebut menyebabkan penyumbatan yang menghambat pertumbuhan mangrove, menunjukkan dampak negatif dari perilaku sosial terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- A, F., Umar, H., dan Toknok, B. (2014) 'Tingkat Kerusakan Hutan Mangrove Pantai di Desa Malakosa Kecamatan Balinggi Kabupaten Parigi Moutong', *Warta Rimba*, 2(1), pp. 54-61.
- akken J.W (1982) 'Biologi Laut', *Suatu pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta* [Preprint].
- Azharil, M.Y. and Paskah, I. (2023)

- 'Bahaya Sampah Plastik Di Laut Bagi Mahluk Hidup', *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 6(2), pp. 174-177. Available at: <https://doi.org/10.62012/sensistek.v6i2.31704>.
- Dinamikamaluku.com, by R. (2022) 'Ratusan Mangrove Mati di Poka Karean Limbah, IKAPATTI: Kita Gugat dan Demo PLn'.
- Hasan, Alwi, D. (2005) *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta.
- Keninsh, M.. (1990) 'Ekologi Muara. Jilid II', *Aspek Biologis*. CRC Press Inc. Boca Raton Florida [Preprint].
- Komang, P. et al. (2021) 'Struktur Vegetasi Mangrove berdasarkan Karakteristik Substrat di Pantai Karang Sewu, Gilimanuk Bali', 4(1), pp. 29-36.
- Lestari, F. and Kusmana, C. (2015) 'The effect of waste on chlorophyll content of leaves and regeneration of mangrove forest at Angke Kapuk Protection Forest, Jakarta', *Bonorowo Wetlands*, 5(2), pp. 77-84. Available at: <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w050203>.
- Leuwol, F.S. et al. (2023) 'Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Kesejahteraan Psikologis Individu di Kota Metropolitan', *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(08), pp. 714-720. Available at: <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i08.592>.
- 'Litter production of a mangrove forest in East Sumatera, Indonesia' (1997) *Indonesian Journal of Tropical Agriculture*, 8(3), pp. 52-59.
- Poerwandari, K. (2013) 'Jenis Penelitian Kualitatif', *Journal Penelitian*, 1(69), p. 34.
- Pramudji (2000) 'Dampak Perilaku Manusi Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Indonesia', *Dalam Osean*, xxv(2), pp. 12-20.
- Ramena, G.O. et al. (2020) 'Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Ekosistem Mangrove', *Jurnal Spasial*, 7(3), pp. 343-351.
- Ritohardoyo, S. and Ardi, G.B. (2014) 'Media informasi pengembangan ilmu dan profesi kegeografian untuk pemenuhan kebutuhan manusia dan kondisi hutan mangrove di Indonesia', *Jurnal Geografi*, 11(1), pp. 43-57.
- SETYAWAN, A.D. and WINARNO, K. (2006) 'Conservation problems of mangrove ecosystem in coastal area of Rembang Regency, Central Java', *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(2), pp. 159-163. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d070214>.
- Siswanto, H. (2017) 'Pengaruh Metode Pembelajaran Dan Persepsi Tentang Lingkungan Terhadap Kepedulian Taruna Pada Pelestarian Laut', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan*, 11(1), pp. 49-70. Available at: <https://doi.org/10.21009/plpb.111.03>.