

Analisis Dampak Lingkungan Pembangunan Tambak Menggunakan Metode *Matriks Leopold* (Studi Kasus: Salah Satu Tambak Di Situbondo)

Ani Listriyana^{1*}, Muhammad Nur Zuhudil Wahyudi²⁾, Nurul Amalia Silviyanti Siswoyo³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Kelautan, Universitas Abdurachman Saleh Situbondo, Situbondo

*Email: ani.listriyana@unars.ac.id

Received : May 21, 2026 / Accepted : May 26, 2026 / Published : Jun 19, 2026

Abstract

The development of aquaculture ponds in coastal areas has the potential to cause impacts on physical, biotic, and socio-economic environmental components, thereby requiring an Environmental Impact Assessment (EIA) as an essential instrument for sustainable development decision-making. This study aims to identify and evaluate the magnitude of environmental impacts arising from the construction and operation of aquaculture ponds using the Leopold Matrix method. The study area is located in the coastal zone of Situbondo Regency at coordinates (-7.700317, 113.918513). Data were obtained through direct observations at three monitoring points representing areas around the aquaculture ponds and adjacent coastal waters. The observed parameters included water quality (pH, temperature, salinity, color, odor, and turbidity), soil and sediment conditions, the presence and diversity of coastal biota, as well as the socio-economic activities of surrounding communities. Each activity was analyzed for its relationship with environmental components using the Leopold Matrix and assigned positive or negative impact scores based on impact intensity, spatial scale, and duration. The results indicate that the main negative impacts include increased sedimentation with an impact score of (-4), a decline in landscape aesthetics (-3), increased water turbidity (-3), and noise generated by aquaculture operational activities (-2). Meanwhile, the most significant positive impact occurs in the socio-economic aspect, particularly increased employment opportunities for local communities, with an impact score of (+5). Overall, the Leopold Matrix results indicate that aquaculture activities generate moderate-level environmental impacts, thus requiring continuous environmental management and monitoring efforts.

Keywords: *Environmental Impact Assessment (EIA); Leopold matrix; Aquaculture ponds, Coastal environment; Situbondo*

Abstrak

Pembangunan tambak di wilayah pesisir berpotensi menimbulkan dampak terhadap komponen lingkungan fisik, biotik, dan sosial ekonomi sehingga memerlukan kajian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai instrumen penting dalam pengambilan keputusan pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi besaran dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan pembangunan dan operasional tambak menggunakan metode *Matriks Leopold*. Lokasi penelitian berada di kawasan pesisir Kabupaten Situbondo dengan koordinat (-7.700317, 113.918513). Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada tiga titik pengamatan yang mewakili area sekitar tambak dan perairan pesisir. Parameter yang diamati meliputi kualitas air (pH, suhu, salinitas, warna, bau, dan kekeruhan), kondisi tanah dan sedimen, keberadaan dan keanekaragaman biota pesisir, serta

aktivitas sosial ekonomi masyarakat sekitar. Setiap aktivitas kegiatan dianalisis keterkaitannya dengan komponen lingkungan melalui *Matriks Leopold* dan diberi skor dampak positif atau negatif berdasarkan intensitas, skala, dan durasi dampak. Hasil analisis menunjukkan bahwa dampak negatif utama meliputi peningkatan sedimentasi dengan nilai dampak (-4), penurunan estetika kawasan (-3), peningkatan kekeruhan air (-3), serta kebisingan akibat aktivitas operasional tambak (-2). Sementara itu, dampak positif terbesar terdapat pada aspek sosial ekonomi berupa peningkatan peluang kerja bagi masyarakat lokal dengan nilai dampak (+5). Secara keseluruhan, hasil *Matriks Leopold* menunjukkan bahwa kegiatan tambak menimbulkan dampak lingkungan tingkat sedang sehingga memerlukan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: AMDAL; *Matriks Leopold*; Tambak; Lingkungan pesisir; Situbondo

1. PENDAHULUAN

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) merupakan instrumen penting dalam perencanaan dan pengelolaan kegiatan pembangunan yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup [1,2]. AMDAL berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memastikan bahwa suatu kegiatan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan yang signifikan [3,4]. Wilayah pesisir merupakan kawasan strategis yang memiliki fungsi ekologis dan ekonomi penting, khususnya sebagai lokasi pengembangan kegiatan budidaya perikanan seperti tambak. Namun, aktivitas pembangunan tambak berpotensi menimbulkan perubahan signifikan terhadap lingkungan fisik, biotik, dan sosial ekonomi apabila tidak direncanakan dengan baik [3,4]. Oleh karena itu, setiap rencana kegiatan pembangunan di wilayah pesisir wajib disertai dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai instrumen pengambilan keputusan pembangunan berkelanjutan [1,2].

AMDAL berfungsi untuk mengidentifikasi, memprediksi, dan mengevaluasi dampak penting suatu kegiatan terhadap lingkungan hidup sebelum kegiatan tersebut dilaksanakan [5,6]. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam kajian AMDAL adalah *Matriks Leopold*, yang menyajikan hubungan sebab-akibat antara aktivitas proyek dan komponen lingkungan secara sistematis dan terstruktur [7]. Metode ini banyak digunakan karena mampu menggambarkan arah serta besaran dampak lingkungan secara kuantitatif maupun kualitatif.

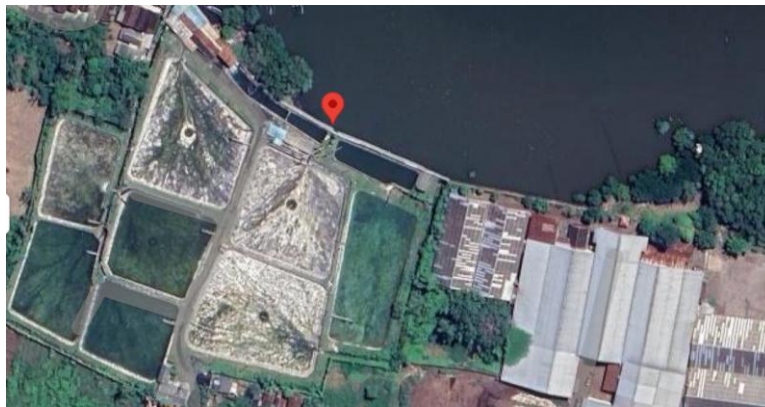
Di Kabupaten Situbondo, kegiatan tambak berkembang pesat seiring meningkatnya kebutuhan ekonomi masyarakat pesisir. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa

aktivitas tambak berpotensi menurunkan kualitas air, meningkatkan sedimentasi, serta memicu intrusi air laut apabila tidak disertai pengelolaan lingkungan yang memadai [8, 9,10,11]. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan pembangunan tambak menggunakan metode *Matriks Leopold* sebagai dasar rekomendasi pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi pembangunan tambak CV. Sukses Makmur Abadi yang terletak di wilayah pesisir Kabupaten Situbondo dengan koordinat -7.700317, 113.918513. Pengamatan lapangan dilakukan pada tanggal 12 Desember 2025 pada pagi hari menjelang siang dengan kondisi cuaca cerah dengan suhu berkisar antara 29–33°C dan kondisi perairan laut surut.



Gambar 1. Lokasi Observasi dan Pengambilan Sampel

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan pada tiga titik pengamatan yang ditetapkan secara *purposive* di sekitar area tambak dan perairan pesisir yang berdekatan. Penentuan titik pengamatan didasarkan pada pertimbangan kedekatan dengan sumber aktivitas tambak serta potensi terjadinya perubahan kondisi lingkungan akibat kegiatan pembangunan dan operasional tambak.

Parameter lingkungan yang diamati dalam penelitian ini meliputi kualitas air, kondisi tanah dan sedimen, serta komponen biotik pesisir. Pengamatan dilakukan secara visual,

inderawi, dan menggunakan alat ukur lapangan sesuai dengan jenis parameter yang diamati. Rincian parameter pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Lingkungan yang Diamati

No.	Komponen Lingkungan	Parameter	Metode Pengamatan/ Pengukuran	Tujuan Pengamatan
1.	Kualitas Air	Warna	Observasi Visual	Mengidentifikasi Perubahan Kualitas Air dan Indikasi Pencemaran
2.	Kualitas Air	Bau	Pengamatan Inderawi	Mengetahui Adanya Indikasi Bahan Pencemar atau Pembusukan
3.	Kualitas Air	Kekeruhan	Observasi Visual	Menilai Tingkat Kejernihan Perairan
4.	Kualitas Air	pH	pH Meter	Mengetahui Tingkat Keasaman atau Kebasaan Air
5.	Kualitas Air	Suhu (°C)	Termometer Digital	Mengetahui Kondisi Termal Perairan
6.	Kualitas Air	Salinitas (ppt)	Refraktometer/ Salinity Meter	Mengetahui Kadar Garam Dalam Perairan
7.	Tanah dan Sedimen	Warna Sedimen	Observasi Visual	Mengidentifikasi Karakteristik Dasar Perairan
8.	Tanah dan Sedimen	Tekstur Sedimen	Observasi Fisik	Menentukan Jenis Sedimen Dominan
9.	Tanah dan Sedimen	Bau Sedimen	Pengamatan Inderawi	Mengidentifikasi Keberadaan Bahan Organik atau Senyawa Tertentu
10.	Tanah dan Sedimen	Kandungan Bahan Organik (Indikatif)	Observasi Visual dan Karakteristik Sedimen	Menilai Potensi Akumulasi Bahan Organik
11.	Komponen Biotik	Vegetasi Pesisir (Mangrove)	Observasi Lapangan	Menilai Kondisi Ekosistem Pesisir dan Fungsi Ekologisnya

Keanekaragaman biota diamati secara deskriptif dengan mencatat keberadaan organisme perairan dan pesisir seperti ikan, burung, dan moluska yang dijumpai di sekitar lokasi pengamatan. Aspek sosial ekonomi masyarakat dikaji melalui pengamatan aktivitas masyarakat sekitar, terutama kegiatan nelayan, pembuat perahu, dan aktivitas ekonomi lain yang berkaitan langsung dengan kawasan pesisir.

Metode observasi lapangan yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada pedoman kajian lingkungan pesisir dan pengelolaan kualitas perairan yang umum digunakan dalam studi AMDAL dan evaluasi lingkungan perairan pesisir [12,13].



Gambar 2. Gorong-gorong Pembuangan Limbah

Metode Analisis Data

Analisis dampak lingkungan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Matriks Leopold* yang dikembangkan oleh Luna B. Leopold dkk. pada tahun 1971. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi hubungan antara aktivitas proyek dengan komponen lingkungan yang berpotensi terdampak. Matriks disusun dalam bentuk baris yang mewakili aktivitas kegiatan dan kolom yang mewakili komponen lingkungan. Setiap perpotongan antara aktivitas dan komponen lingkungan diberikan nilai berdasarkan besaran dampak (*magnitude*) dan tingkat kepentingan dampak (*importance*). Nilai dampak diperoleh dari hasil perkalian skor besaran dan kepentingan sehingga dapat menunjukkan dampak positif maupun negatif yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan [12].

Pada penelitian ini, penerapan metode ini dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas utama pada tahap pembangunan dan operasional tambak, seperti penggalian dan pembentukan kolam, pengoperasian pompa dan kincir air, pembuangan air limbah tambak, serta aktivitas tenaga kerja. Aktivitas-aktivitas tersebut kemudian dianalisis keterkaitannya dengan komponen lingkungan fisik, biotik, dan sosial ekonomi. Komponen lingkungan fisik yang dianalisis meliputi kualitas air, kualitas udara, kebisingan, serta kondisi tanah dan sedimen. Komponen biotik mencakup keberadaan dan kondisi flora serta fauna pesisir, sedangkan komponen sosial ekonomi meliputi aktivitas

masyarakat, kesempatan kerja, dan aspek kesejahteraan masyarakat sekitar. Hubungan antara setiap aktivitas dan komponen lingkungan tersebut disusun dalam bentuk matriks dua dimensi untuk memudahkan identifikasi dan evaluasi dampak yang mungkin timbul.

Setiap interaksi antara aktivitas kegiatan dan komponen lingkungan diberi nilai dampak positif (+) atau negatif (-) berdasarkan hasil observasi lapangan dan pertimbangan ilmiah. Penilaian dampak dilakukan dengan memperhatikan tiga kriteria utama, yaitu intensitas dampak (tingkat kekuatan pengaruh), skala dampak (luas wilayah yang terdampak), dan durasi dampak (lama waktu terjadinya dampak). Ketiga kriteria tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan dampak sesuai dengan literatur penilaian dampak lingkungan dan pedoman AMDAL yang berlaku [3,14,15]. Nilai skor dampak diberikan dalam skala kualitatif–kuantitatif, di mana skor negatif menunjukkan dampak merugikan terhadap lingkungan dan skor positif menunjukkan dampak menguntungkan. Semakin besar nilai absolut skor yang diberikan, semakin tinggi tingkat kepentingan dampak tersebut. Hasil penilaian ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas pengelolaan dan mitigasi dampak lingkungan pada kegiatan pembangunan dan operasional tambak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan Eksisting

Berdasarkan hasil observasi lapangan, kondisi lingkungan eksisting di lokasi penelitian menunjukkan keberadaan vegetasi mangrove dengan luas sekitar $\pm 1.534 \text{ m}^2$ yang tersebar di sekitar area pesisir dan berdekatan dengan lokasi tambak. Vegetasi mangrove yang ditemukan didominasi oleh jenis mangrove pesisir yang berfungsi sebagai penyangga alami antara daratan dan perairan laut. Hasil observasi lapangan menunjukkan keberadaan vegetasi mangrove di sekitar lokasi penelitian. Jenis mangrove yang umum dijumpai pada kawasan pesisir Situbondo antara lain *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba* yang berperan sebagai pelindung pantai, habitat biota, serta penyangga kualitas lingkungan pesisir. Keberadaan mangrove ini memiliki peran ekologis penting, antara lain sebagai penahan sedimen, peredam energi gelombang, serta habitat bagi berbagai organisme perairan dan pesisir. Sebaliknya, ekosistem lamun dan terumbu karang tidak ditemukan di sekitar lokasi

penelitian, yang mengindikasikan bahwa kawasan tersebut bukan merupakan habitat utama bagi ekosistem terumbu, melainkan lebih didominasi oleh ekosistem pesisir berlumpur dan tambak.

Keberadaan mangrove berperan penting dalam menjaga stabilitas ekosistem pesisir, khususnya dalam mengendalikan laju sedimentasi dan mencegah abrasi pantai. Oleh karena itu, perubahan aktivitas lahan di sekitar kawasan tambak, seperti penggalian dan pembentukan kolam, berpotensi mempengaruhi keseimbangan ekosistem mangrove dan fungsi perlindungannya terhadap lingkungan pesisir [16]. Gangguan terhadap mangrove dapat berdampak pada peningkatan kekeruhan perairan serta menurunnya kualitas habitat biota pesisir. Kualitas air pada lokasi pengamatan menunjukkan nilai pH berkisar antara 7,1–7,3 yang masih berada dalam kisaran netral dan relatif sesuai untuk kegiatan budidaya perikanan. Suhu perairan tercatat antara 32–33°C, yang mencerminkan kondisi perairan pesisir tropis dengan paparan sinar matahari yang cukup tinggi. Nilai salinitas berkisar antara 23–24‰, menunjukkan karakteristik perairan payau yang umum dijumpai pada kawasan tambak pesisir.

Kondisi sedimen di lokasi penelitian didominasi oleh pasir berlumpur dengan warna coklat kehitaman serta tercium indikasi bau organik pada beberapa titik pengamatan. Karakteristik sedimen tersebut menunjukkan adanya akumulasi bahan organik yang berasal dari aktivitas tambak maupun proses alami pengendapan material halus. Akumulasi bahan organik ini berpotensi meningkatkan kebutuhan oksigen terlarut dan memicu penurunan kualitas perairan apabila terjadi peningkatan beban limbah tambak secara berkelanjutan tanpa pengelolaan yang memadai [12,13].



Gambar 3. Kondisi Sedimen di Sekitar Pembuangan Limbah

Analisis Dampak Menggunakan Matriks Leopold

Analisis dampak lingkungan dilakukan dengan menggunakan *Matriks Leopold* yang menghubungkan aktivitas utama pembangunan dan operasional tambak dengan komponen lingkungan fisik, biotik, dan sosial ekonomi. Setiap interaksi dinilai berdasarkan arah dan besaran dampak menggunakan skala negatif (-) dan positif (+) sesuai hasil observasi lapangan.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Laut, Salinitas dan Kedalaman

No.	Aktivitas Kegiatan	Kualitas Air	Udara	Kebisingan	Tanah & Sedimen	Flora & Fauna	Sosial Ekonomi	Estetika	Potensi Bencana
1.	Penggalian dan Pembentukan Kolam Tambak	-3	-1	-1	-4	-1	+2	-2	-1
2.	Pengoperasian Pompa dan Kincir Air	-2	0	-2	-1	-1	+3	-1	0
3.	Pembuangan Air limbah Tambak	-3	-1	0	-3	-2	+1	-2	-1
4..	Aktivitas Tenaga Kerja	0	0	0	0	0	+5	0	0

Keterangan: Nilai negatif (-) menunjukkan dampak merugikan, sedangkan nilai positif (+) menunjukkan dampak menguntungkan

Hasil *Matriks Leopold* menunjukkan bahwa dampak negatif terbesar berasal dari aktivitas penggalian dan pembentukan kolam tambak yang mempengaruhi komponen tanah dan sedimen dengan nilai dampak -4. Dampak ini terutama ditandai oleh peningkatan laju sedimentasi di sekitar area tambak akibat terganggunya struktur tanah alami, perubahan tekstur sedimen, serta meningkatnya partikel tersuspensi yang terbawa aliran air menuju perairan sekitarnya. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas perairan, seperti peningkatan kekeruhan dan perubahan karakter fisik sedimen dasar, yang pada jangka panjang dapat mempengaruhi organisme akuatik dan kestabilan ekosistem pesisir [14,15].

Komponen udara menunjukkan dampak negatif rendah pada aktivitas penggalian dan pembentukan kolam tambak serta pembuangan air limbah tambak dengan nilai masing-masing sebesar -1. Pada tahap penggalian, dampak terhadap udara terutama disebabkan

oleh timbulnya debu dari aktivitas pengerukan dan pemindahan tanah, terutama pada kondisi cuaca kering. Meskipun dampaknya bersifat sementara dan terbatas pada area kegiatan, keberadaan partikel debu dapat menurunkan kenyamanan lingkungan sekitar. Sementara itu, pada aktivitas pembuangan air limbah tambak, dampak terhadap udara berasal dari potensi munculnya bau akibat proses dekomposisi bahan organik yang terkandung dalam limbah tambak. Bau yang dihasilkan umumnya tidak berlangsung secara terus-menerus dan bergantung pada kondisi kualitas air serta kandungan bahan organik dalam tambak. Oleh karena itu, kedua aktivitas tersebut dikategorikan memiliki dampak negatif rendah terhadap komponen udara sehingga diberikan nilai -1 dalam *Matriks Leopold*.

Selain itu, perubahan struktur tanah akibat aktivitas penggalian dapat mengurangi kemampuan tanah dalam menyaring limbah secara alami, sehingga meningkatkan risiko akumulasi bahan organik dan nutrisi di perairan tambak maupun perairan laut sekitarnya. Oleh karena itu, aktivitas ini dikategorikan sebagai dampak negatif dengan tingkat kepentingan sedang hingga tinggi yang memerlukan pengelolaan khusus. Di sisi lain, dampak positif terbesar terdapat pada aktivitas tenaga kerja yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan kesempatan kerja masyarakat lokal dengan nilai +5. Keberadaan kegiatan tambak mampu menyerap tenaga kerja dari masyarakat sekitar, baik pada tahap konstruksi maupun operasional, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan rumah tangga dan penguatan ekonomi lokal. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kegiatan tambak dapat membuka lapangan kerja baru dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir apabila dikelola secara berkelanjutan dan berbasis lingkungan [3,4].

Implikasi Pengelolaan Lingkungan

Dampak negatif yang teridentifikasi berdasarkan hasil *Matriks Leopold* memerlukan langkah-langkah pengelolaan dan mitigasi yang terencana dan berkelanjutan [3,4]. Salah satu upaya utama yang direkomendasikan adalah pembangunan kolam pengendapan limbah (*settling pond*) sebelum air buangan dialirkan ke perairan umum. Kolam ini berfungsi untuk menurunkan kandungan sedimen tersuspensi dan bahan organik sehingga dapat meminimalkan peningkatan kekeruhan dan pencemaran perairan di sekitar tambak

[15,16]. Selain itu, peningkatan pengawasan kualitas air perlu dilakukan secara berkala melalui pemantauan parameter fisika dan kimia perairan, seperti pH, suhu, salinitas, dan kekeruhan. Kegiatan pemantauan ini penting untuk mendeteksi perubahan kualitas lingkungan secara dini dan menjadi dasar dalam pengambilan tindakan korektif apabila terjadi penurunan kualitas perairan [15]. Pelibatan masyarakat lokal dalam pengelolaan lingkungan tambak juga merupakan aspek penting dalam mendukung keberlanjutan kegiatan. Partisipasi masyarakat dapat dilakukan melalui pemberdayaan tenaga kerja lokal, sosialisasi praktik budidaya ramah lingkungan, serta keterlibatan dalam kegiatan pemantauan lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pengelolaan lingkungan, tetapi juga memperkuat penerimaan sosial terhadap keberadaan kegiatan tambak di wilayah pesisir [11].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Matriks Leopold*, pembangunan tambak di lokasi penelitian menimbulkan dampak lingkungan dengan tingkat kepentingan sedang. Dampak negatif utama meliputi peningkatan sedimentasi, kekeruhan air, penurunan estetika lingkungan, serta kebisingan dari aktivitas operasional, sedangkan dampak positif terbesar berupa peningkatan kesempatan kerja dan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Matriks Leopold* efektif digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi dampak lingkungan pembangunan tambak sehingga dapat menjadi dasar dalam penyusunan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan guna mendukung pembangunan tambak yang berkelanjutan di wilayah pesisir.

REFERENSI

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Peraturan Menteri LHK tentang Penyusunan AMDAL. Jakarta: KLHK, 2020.
- [2] S. M. Nugroho, AMDAL dalam Pembangunan Berkelanjutan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2018.
- [3] L. W. Canter, Environmental Impact Assessment, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1996.
- [4] J. Glasson, R. Therivel, dan A. Chadwick, Introduction to Environmental Impact Assessment, 4th ed. London: Routledge, 2012.

- [5] A. Listriyana, C. Handayani, dan A. D. Pahlewi, “Analisis Kualitas Air Alkalinitas pada Perairan Tambak Intensif Situbondo,” *ZONA LAUT: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, e-ISSN: 2721-5717, p-ISSN: 2747-2124, Universitas Hasanuddin, 2022. <https://doi.org/10.62012/zi.v4i2.27456>.
- [6] D. T. Septiningtyas, W. Sakinah, dan A. Listriyana, “Estimasi Volume dan Jenis Sampah Rumah Tangga di Desa Pesisir Wilayah Besuki, Situbondo, Jawa Timur,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 177, art. no. 01020, 2018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817701020>.
- [7] A. D. Pahlewi, C. Handayani, A. Listriyana, Arifah, dan V. D. Nafisah, “Analisa Keberlanjutan Budidaya Tambak Berdasarkan Parameter Kualitas Air di Kabupaten Situbondo,” *Juvenil*, vol. 4, no. 3, pp. 194–203, 2023. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i3.21195>.
- [8] R. H. Purnomo, A. Listriyana, dan R. Barizy, “Analisis Indeks Kerusakan Pesisir Pantai Berighe’en di Kabupaten Situbondo sebagai Upaya Pelestarian Ekosistem Pesisir,” *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)*, vol. 2, no. 1, pp. 17–26, 2024. <https://doi.org/10.36841/mapel.v2i01.4327>.
- [9] L. Leopold, F. Clarke, B. Hanshaw, dan J. Balsley, “A Procedure for Evaluating Environmental Impact,” *U.S. Geological Survey Circular 645*, 1971.
- [10] United Nations Environment Programme (UNEP), *Environmental Impact Assessment Training Resource Manual*. Nairobi: UNEP, 2002.
- [11] B. Mitchell, *Resource and Environmental Management*, 2nd ed. London: Longman, 2002.
- [12] E. P. Odum, *Fundamentals of Ecology*, 3rd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1993.
- [13] R. Dahuri, *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2001.
- [14] D. G. Bengen, *Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir*. Bogor: IPB Press, 2004.
- [15] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [16] C. E. Boyd, *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Amsterdam: Elsevier, 1998.