

Analisis kualitas air kawasan mangrove sekitar tambak udang vanname di Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat

Analysis of water quality in mangrove areas around vanname shrimp ponds in Pesisir Selatan Regency, West Sumatra

Received: 26 August 2024, Revised: 15 November 2024, Accepted: 12 December 2024
DOI: 10.29103/aa.v1i1.18468

Eni Kamal^{a*}, Amelia Sriwahyuni Lubis^b, Yuspardianto^c, Bukhari^c, Ira Desmiati^d

^aJurusan Sumberdaya Perairan, Pesisir dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia

^bJurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia

^cJurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia

^dJurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Sains, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Padang, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi ekosistem mangrove akibat aktivitas tambak udang Vaname di kawasan Tarusan, Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Penelitian ini dilaksanakan di Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Titik lokasi pengambilan sampel yaitu tiga stasiun. Metode yang digunakan yaitu survey dan observasi lapangan. Prosedur pengambilan sampel fisika menggunakan alat kualitas air. Pengambilan sampel kimia dilakukan dengan menggunakan botol sampel steril kemudian diisi penuh dengan air. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis data deskriptif, merupakan teknik analisis data untuk menganalisis data dengan cara membuat gambar atau tabel dari hasil data yang sudah dikumpulkan. Berdasarkan data ini, terdapat indikasi pencemaran air yang signifikan di kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak udang vaname, terutama disebabkan oleh tingginya konsentrasi bahan organik, tembaga, timbal, dan zinc.

Kata kunci: Mangrove; Kualitas Air; Tambak udang; Vanname

Abstract

This research aims to analyze the condition of the mangrove ecosystem due to the activities of Vaname shrimp ponds in the Tarusan area, Pesisir Selatan, West Sumatra. This research was conducted in Tarusan, Pesisir Selatan Regency, West Sumatra. The sampling location points are three stations. The method used is survey and field observation. Physical sampling procedures using water quality tools. Chemical sampling is carried out using a sterile sample bottle and then filled completely with water. The data analysis used in this research is descriptive data analysis, which is a data analysis technique for analyzing data by creating pictures or tables from the results of the data that has been collected. Based on this data, there are indications of significant water pollution in the mangrove areas adjacent to vaname shrimp ponds, mainly caused by high concentrations of organic matter, copper, lead and zinc.

Keywords: Mangroves; Shrimp; Vanname; Water Quality

1. Introduction

Mangrove merupakan ekosistem pantai yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologi pesisir (Kamal *et al.*, 2024). Ekosistem ini berfungsi sebagai penahan abrasi, penyaring polutan, serta habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna. Di Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat, mangrove menjadi bagian integral dari ekosistem pesisir yang mendukung kehidupan masyarakat setempat, baik secara ekologis maupun ekonomi. Namun, perkembangan sektor perikanan, terutama tambak udang Vanname, dapat memberikan dampak signifikan terhadap kualitas air dan

kesehatan ekosistem mangrove (Farabi dan Latuconsina, 2023). Tambak udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) telah berkembang pesat di berbagai wilayah pesisir Indonesia, termasuk di Kabupaten Pesisir Selatan.

Udang jenis ini populer di kalangan petambak karena memiliki nilai ekonomis tinggi dan waktu budidaya yang relatif singkat. Menurut Aini dan Parmi (2022) aktivitas tambak udang juga berpotensi menimbulkan masalah lingkungan, seperti penurunan kualitas air akibat penggunaan pakan dan bahan kimia, serta limbah yang tidak dikelola dengan baik. Kondisi ini dapat mengancam keberlanjutan ekosistem mangrove yang berdekatan dengan area tambak. Penelitian mengenai kualitas air di kawasan mangrove sekitar tambak udang Vanname menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas tambak terhadap ekosistem mangrove. Dengan mengetahui parameter-parameter kualitas

* Korespondensi: Department of Aquatic, Coastal and Marine Resources, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bung Hatta University, Padang, Indonesia.

Tel: +62-81363389898

e-mail: ekamal898@bunahatta.ac.id

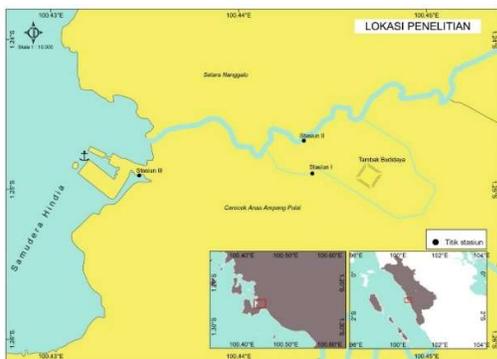
air, seperti pH, suhu, kandungan oksigen terlarut, salinitas, serta keberadaan polutan, kita dapat memahami sejauh mana kegiatan tambak mempengaruhi kesehatan ekosistem mangrove (Witomo, 2018).

Data ini juga dapat menjadi dasar bagi pengelolaan tambak yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hasil analisis kualitas air dapat memberikan rekomendasi kebijakan untuk pemerintah daerah dan para pelaku usaha tambak udang. Menurut Witomo (2018) langkah-langkah mitigasi dan strategi pengelolaan yang tepat dapat diambil untuk meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem mangrove. Dengan demikian, keseimbangan antara kepentingan ekonomi dan konservasi lingkungan dapat tercapai, memastikan bahwa keberlanjutan ekosistem mangrove tetap terjaga di tengah perkembangan industri perikanan yang terus meningkat. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kondisi ekosistem mangrove akibat aktivitas tambak udang Vanamei di kawasan Tarusan, Pesisir Selatan, Sumatera Barat.

2. Materials and Methods

2.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat, pada bulan April hingga Mei 2024. Lokasi pengambilan sampel ditentukan pada tiga stasiun, seperti yang terlihat pada gambar 1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei dan observasi lapangan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup botol sampel steril, termometer, pH meter, DO meter (Dissolved Oxygen), EC meter (Electrical Conductivity), reagen kimia, cool box dengan es, alat pelindung diri, serta buku catatan lapangan dan GPS untuk mencatat titik pengambilan sampel.

2.3. Prosedur kerja penelitian

Prosedur pengambilan sampel fisika dimulai dengan mengukur suhu air menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam air hingga mencapai keseimbangan suhu, kemudian mencatat hasilnya. Selanjutnya, pH meter yang sudah dikalibrasi sesuai instruksi pabrik dicelupkan ke dalam air hingga pembacaannya stabil, dan nilai pH dicatat. Proses yang sama dilakukan untuk pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) dan EC (*Electrical Conductivity*) dengan menggunakan DO meter dan EC meter yang juga sudah dikalibrasi. Semua parameter ini diukur di lokasi untuk mendapatkan hasil yang paling akurat. Pengambilan sampel kimia dilakukan dengan menggunakan botol sampel steril yang dibilas tiga kali dengan air yang akan diambil. Botol tersebut kemudian diisi penuh dengan air, dihindari adanya gelembung udara, dan ditutup rapat. Sampel ini disimpan dalam cool box dengan es untuk menjaga kualitasnya hingga analisis dilakukan di laboratorium. Informasi mengenai lokasi, waktu, dan kondisi saat

pengambilan sampel dicatat dengan lengkap untuk referensi lebih lanjut.

2.4. Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis data deskriptif, merupakan teknik analisis data untuk menganalisis data dengan cara membuat gambar atau tabel dari hasil data yang sudah dikumpulkan.

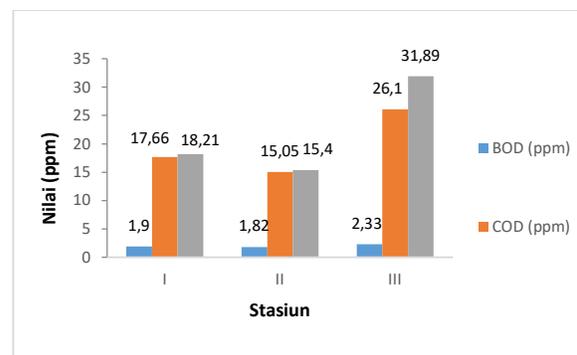
3. Results and Discussion

Nilai rata-rata pengukuran kualitas air yang diambil dari setiap stasiun pengamatan di wilayah pesisir Kabupaten Pesisir Selatan yang diteliti dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Pengukuran kualitas air di setiap stasiun penelitian.

Parameter (satuan)	Stasiun		
	I	II	III
BOD (ppm)	1,90	1,82	2,33
COD (ppm)	17,66	15,05	26,10
Bahan Organik total (ppm)	18,21	15,40	31,89
Nitrat (PPM)	0,66	0,83	0,70
Phospat (ppm)	0,075	0,145	0,162
Nitrit (ppm)	0,005	0,088	0,065
Ammonia (ppm)	0,098	0,064	0,115
Tembaga (ppm)	1,025	1,030	1,051
Zinc (ppm)	11,28	7,61	20,04

Berdasarkan Tabel 1 terlihat beberapa parameter kualitas air di wilayah pesisir Kabupaten Pesisir Selatan yang telah melampaui baku mutu yang diperbolehkan bagi Kawasan mangrove. Nilai BOD stasiun III 2,33 ppm, COD stasiun III 26,10 ppm, bahan organik total stasiun III 31,89 ppm, Ammonia stasiun III 0,115 ppm, Nitrit stasiun II 0,088 ppm, Tembaga pada stasiun I, II dan III dari 1,025 hingga 1,051 ppm, Timbal stasiun III 0,133 dan Zinc stasiun I, II dan III 7,61 hingga 20,04 ppm.



Gambar 2. Nilai BOD, COD dan Bahan Organik Total.

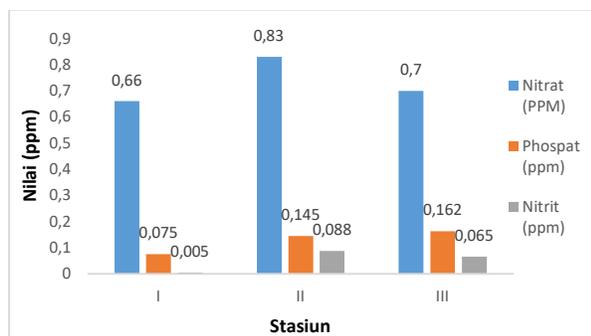
Gambar 2 menunjukkan Nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) berkisar antara 1,82 hingga 2,33 ppm. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan adanya banyak bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme, yang dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut di air. Untuk kawasan mangrove, nilai BOD idealnya di bawah 2 ppm. Nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 15,05 hingga 26,10 ppm. COD mengukur jumlah total bahan kimia yang dapat mengoksidasi dalam air. Menurut Kamal *et al.*, (2023) nilai COD yang tinggi menunjukkan polusi organik atau anorganik yang tinggi. Standar biasanya sekitar 10-20 ppm untuk air bersih (Royani *et al.*, 2021). Nilai Bahan Organik Total berkisar antara 15,40 hingga 31,89

ppm. Nilai ini menunjukkan kandungan bahan organik total di air, yang tinggi dapat menyebabkan pencemaran.

Kawasan mangrove yang terletak di sekitar tambak udang vanamei sering kali menghadapi tantangan besar terkait kualitas air. Tambak udang vanamei cenderung menghasilkan limbah yang kaya akan bahan organik dan nutrisi yang dapat berkontribusi pada peningkatan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) di lingkungan sekitarnya (Muqsith, 2014). Nilai BOD yang tinggi, seperti yang terlihat dalam data, menunjukkan adanya banyak bahan organik yang perlu diuraikan oleh mikroorganisme, yang pada gilirannya mengurangi jumlah oksigen terlarut di dalam air. Hal ini dapat menyebabkan kondisi hipoksia yang berbahaya bagi kehidupan akuatik di ekosistem mangrove, termasuk flora dan fauna yang bergantung pada oksigen tersebut (Farhaby dan Anwar, 2022).

Tambak udang vanamei juga dapat menjadi sumber utama polutan kimia yang diukur melalui nilai COD. Menurut Witomo (2018) proses budidaya udang sering kali melibatkan penggunaan bahan kimia seperti pestisida dan antibiotik yang, jika tidak dikelola dengan baik, dapat masuk ke dalam sistem air di sekitar tambak. Tingginya nilai COD dalam data menunjukkan adanya sejumlah besar bahan kimia yang memerlukan oksidasi, yang mengindikasikan polusi yang signifikan. Mangrove, yang berfungsi sebagai penyaring alami, akan terbebani dengan tugas ekstra untuk memurnikan air yang tercemar ini. Ketika kemampuan mangrove untuk menyaring polutan terlampaui, keseimbangan ekosistem bisa terganggu, mengurangi kemampuan mangrove untuk menyediakan habitat yang sehat bagi berbagai spesies (Kamal *et al.*, 2023).

Bahan organik total yang tinggi dalam air di sekitar tambak udang vanamei juga menunjukkan adanya penumpukan bahan organik dari berbagai sumber, termasuk sisa pakan, ekskresi udang, dan sisa-sisa organisme mati. Peningkatan bahan organik total ini tidak hanya meningkatkan nilai BOD dan COD, tetapi juga dapat memicu eutrofikasi, yang menyebabkan pertumbuhan alga berlebihan dan penurunan kualitas air lebih lanjut (Prasetyono *et al.*, 2023). Menurut Witomo (2018) dalam ekosistem mangrove, kelebihan bahan organik ini dapat menutupi akar mangrove, menghambat pertumbuhan, dan mengganggu proses biologis penting. Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang efektif dan praktik budidaya yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk melindungi kualitas air dan kesehatan ekosistem mangrove di sekitar tambak udang vanamei.



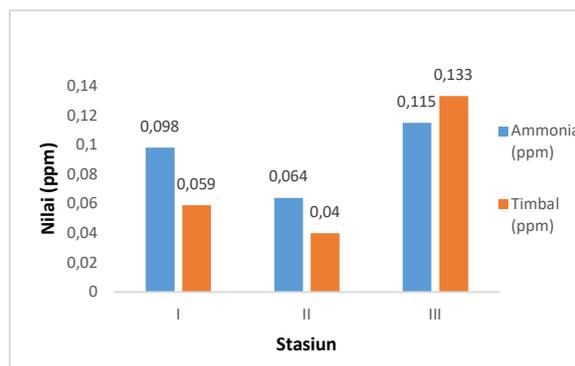
Gambar 3. Nilai Nitrat, Phospat dan Nitrit.

Berdasarkan Gambar 3, nilai nitrat berkisar antara 0,66 hingga 0,83 ppm. Nitrat tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi yang merugikan ekosistem air. Nilai ini masih relatif rendah dan dalam batas aman (Royani, *et al.*, 2021). Nilai Phospat berkisar antara 0,075 hingga 0,162 ppm. Fosfat dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi. Nilai ini masih dalam batas wajar. Nilai Nitrit berkisar antara 0,005 hingga 0,088 ppm. Nitrit beracun bagi

kehidupan air bahkan dalam konsentrasi rendah (Farabi *et al.*, 2023). Nilai tertinggi 0,088 ppm cukup tinggi.

Menurut Kamal *et al.*, (2024) nilai-nilai nitrat, fosfat, dan nitrit memainkan peran kritis dalam menilai kesehatan lingkungan di kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak udang vanamei. Nitrat, fosfat, dan nitrit adalah nutrisi penting yang dapat mempengaruhi produktivitas biologis dan keseimbangan ekosistem air. Di sekitar tambak udang vanamei, penggunaan pupuk dan limbah organik dari budidaya dapat meningkatkan konsentrasi nitrat dan fosfat dalam air. Tingginya konsentrasi nitrat dapat memicu eutrofikasi, di mana pertumbuhan alga yang berlebihan dapat mengurangi oksigen terlarut di air, mengganggu kehidupan akuatik, termasuk di habitat mangrove yang rentan.

Fosfat, yang juga berasal dari sisa pakan udang dan limbah organik, dapat meningkatkan pertumbuhan alga dan vegetasi lainnya di sekitar mangrove. Namun, peningkatan konsentrasi fosfat yang signifikan dapat menyebabkan gangguan ekologis seperti pertumbuhan alga berlebihan atau "*bloom*", yang dapat mengurangi cahaya yang masuk ke dalam air dan menghambat pertumbuhan vegetasi mangrove yang kritis untuk mempertahankan keanekaragaman hayati. Selain itu, konsentrasi nitrit dalam air juga harus dipantau secara ketat di sekitar tambak udang vanamei. Nitrit biasanya berasal dari limbah organik dan sisa pakan yang terurai di dalam air. Konsentrasi nitrit yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada ikan dan makhluk air lainnya, yang dapat mempengaruhi seluruh rantai makanan di ekosistem mangrove (Witomo, 2018). Oleh karena itu, pengelolaan yang cermat terhadap limbah dan penggunaan pupuk, serta monitoring rutin terhadap nilai nitrat, fosfat, dan nitrit sangat penting untuk memastikan keseimbangan ekologis yang optimal di kawasan mangrove yang sensitif ini. Dengan melakukan ini, kita dapat melindungi dan mempertahankan fungsi ekosistem mangrove yang vital bagi keberlanjutan lingkungan laut dan perlindungan terhadap bencana alam seperti badai dan tsunami.



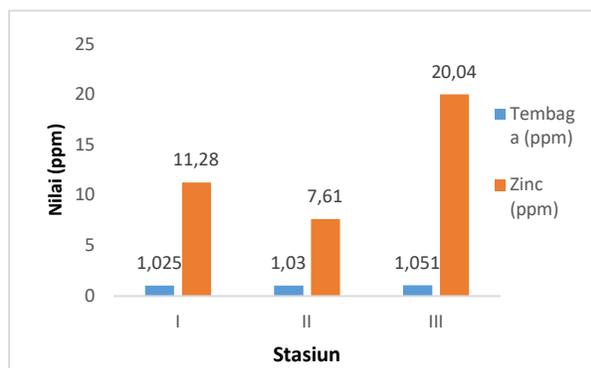
Gambar 4. Nilai Ammonia dan Timbal.

Gambar 4 menunjukkan nilai ammonia berkisar antara 0,064 hingga 0,115 ppm. Ammonia dalam konsentrasi tinggi beracun bagi kehidupan air. Nilai ini masih dalam batas aman menurut beberapa standar yang menetapkan 0,1 ppm sebagai batas aman. Nilai Timbal berkisar antara 0,040 hingga 0,133 ppm. Timbal sangat beracun bahkan dalam konsentrasi rendah. Nilai 0,133 ppm menunjukkan pencemaran. Nilai ammonia dan timbal memiliki implikasi penting dalam kesehatan lingkungan kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak udang vanamei (Prasetyono *et al.*, 2023). Ammonia merupakan hasil dari dekomposisi sisa pakan udang dan limbah organik di dalam air tambak. Tingginya konsentrasi ammonia dapat menjadi ancaman serius bagi organisme hidup di lingkungan tersebut, seperti ikan dan mangrove. Ammonia dalam jumlah yang tinggi dapat

menyebabkan stres pada organisme akuatik, bahkan pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menjadi toksik dan menyebabkan kematian (Wailisa *et al.*, 2022). Mangrove, sebagai filter alami, dapat terpengaruh secara negatif oleh peningkatan konsentrasi ammonia ini, mengganggu ekosistemnya yang sensitif dan mengancam keberlanjutan habitat.

Sementara itu, konsentrasi timbal yang tinggi dalam air tambak udang vanamei juga menjadi kekhawatiran serius. Timbal merupakan logam berat yang dapat mencemari air dan tanah, terutama jika berasal dari penggunaan bahan bangunan atau cat pada infrastruktur tambak (Witomo, 2018). Menurut Putra *et al.*, (2022) peningkatan konsentrasi timbal dapat mengakibatkan keracunan pada organisme hidup, merusak sistem saraf dan organ dalam. Di kawasan mangrove, penumpukan timbal dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup yang sensitif terhadap logam berat, serta mengganggu keseimbangan ekosistem yang berperan penting dalam melindungi pantai dan menyediakan habitat bagi berbagai spesies (Akram dan Hasnidar, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang hati-hati dan penggunaan bahan kimia yang terkendali sangat diperlukan untuk melindungi kualitas air dan integritas ekosistem mangrove di sekitar tambak udang vanamei.

Gambar 5 menyajikan nilai Tembaga berkisar antara 1,025 hingga 1,051 ppm. Tembaga dalam konsentrasi tinggi beracun bagi organisme air. Nilai ini cukup tinggi mengindikasikan potensi pencemaran. Nilai Zinc berkisar antara 7,61 hingga 20,04 ppm. Zinc dalam konsentrasi tinggi dapat beracun. Nilai ini cukup tinggi dan menunjukkan pencemaran. Nilai tembaga dan zinc memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan lingkungan di kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak udang vanamei. Menurut Baharudin *et al.*, (2022) tembaga dan zinc merupakan logam yang sering digunakan dalam proses budidaya tambak untuk mengontrol penyakit dan meningkatkan pertumbuhan udang. Namun, penggunaan berlebihan atau tidak terkendali dari bahan-bahan ini dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi dalam air, yang berpotensi mencemari lingkungan. Konsentrasi tembaga yang tinggi dapat menjadi toksik bagi organisme akuatik, mengganggu sistem reproduksi dan metabolisme, serta mengancam keberlanjutan populasi ikan dan biota laut lainnya yang hidup di mangrove (Akram dan Hasnidar 2022).



Gambar 5. Nilai Tembaga dan Zinc.

Di sisi lain, zinc juga dapat menjadi masalah serius jika konsentrasinya melebihi ambang batas yang aman. Tingginya konsentrasi zinc dalam air dapat menyebabkan stres pada organisme hidup, menghambat pertumbuhan yang sehat, dan bahkan mengganggu proses biokimia yang penting bagi kehidupan akuatik. Mangrove, dengan fungsi filtrasi dan perlindungan pantai alaminya, dapat terganggu secara signifikan oleh akumulasi tembaga dan zinc dalam lingkungan mereka

(Zaryaningsih *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penting bagi praktik budidaya tambak untuk memperhatikan penggunaan bahan kimia dan logam berat ini dengan cermat, serta melakukan monitoring terus-menerus terhadap kualitas air di sekitar mangrove. Dengan demikian, kita dapat menjaga kelestarian ekosistem mangrove sebagai pelindung pantai yang penting dan habitat yang mendukung keanekaragaman hayati laut.

4. Conclusion

Berdasarkan data ini, terdapat indikasi pencemaran air yang signifikan di kawasan mangrove yang berdekatan dengan tambak udang vanamei, terutama disebabkan oleh tingginya konsentrasi bahan organik, tembaga, timbal, dan zinc.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Rektor dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Bung Hatta yang telah mendanai Penelitian Skim Dosen Pemula Tahun 2024 dengan kontrak pelaksanaan 042/LPPM-Penelitian/Hatta/IV-2024.

Bibliography

- Aini, M., dan Parmi, J.H. 2022. Analisis tingkat pencemaran tambak udang di sekitar perairan laut Desa Padak Guar Kecamatan Sembelia Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2): 67-75.
- Akram, A., dan Hasnidar. 2022. Identifikasi kerusakan ekosistem mangrove di Kelurahan Bira Kota Makassar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*. 5(1): 1-11.
- Baharudin, A., Widiyorini, N., dan Ayuningrum, D. 2022. Isolasi dan identifikasi bakteri toleran logam berat Pb (Timbal) dan Cu (Tembaga) dari sedimen mangrove di Mangrove Tapak, Semarang. *Juvenil*. 3(3): 61-65.
- Farabi, I.A., dan Latuconsina, H. 2023. Manajemen kualitas air pada pembesaran udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*. 5(1): 1-13.
- Farhaby, A.M., dan Anwar, M. S. 2022. Analisis kondisi kesehatan ekosistem mangrove di Pantai Takari Kabupaten Bangka. *Bioma*, 24(2): 147-154.
- Kamal, E., dan Haris, N. 2014. Komposisi dan vegetasi hutan mangrove di pulau-pulau kecil, di Pasaman Barat. *Ilmu Kelautan*, 19(2): 113-120.
- Kamal, E., Yeka, A., Berlian, E., Sarianto, D., and Lubis, S.A. 2023. Analysis of water quality in the coastal area of Padang Pariaman Regency, West Sumatra, Indonesia. *AACL Bioflux*. 16(6): 3407-3415.
- Kamal, E., Yuspardianto., Bukhori., dan Pratama, A. 2023. Struktur komunitas mangrove di Pulau Kapo-Kapo Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan. *Aquatic Sciences Journal*. 10(1): 48-52.
- Kamal, E., Yuspardianto., Wulandari, P.D., Fitriyani., and Lubis, S.A. 2024. Biodiversity of mangrove brachyuran crabs of family ocypodidae and sesarmidae in Koto XI Tarusan District, West Sumatera, Indonesia. *Journal of Biosciences*, 31(3): 507-516.

- Muq̄sith, A. 2014. Kuantifikasi jumlah limbah organik dalam bentuk padatan tersuspensi (TSS) yang dikeluarkan dari kegiatan tambak udang intensif. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 5(2): 46-52.
- Prasetyono, E., Nirmala, K., Supriyono, E., Sukenda., Hastuti, P. Y. 2023. Potensi pemanfaatan limbah tambak udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) untuk budidaya kerang darah (*Anadara granosa*, Linneus 1758). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(2): 420-430.
- Putra, M.D.N., Widada, S., dan Atmodjo, W. 2022. Studi kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen dasar di Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3): 13-21.
- Royani, S., Fitriana, A.S., Enarga, A.B.P., Zufrialdi, H., dan Bagaskara. 2021. Kajian COD Dan BOD dalam air di lingkungan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah kalori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 13(1): 40-49.
- Wailisa, R., Patuhena, D.J., dan Soselisa, F. 2022. Analisis kualitas air di hutan mangrove pesisir Negeri Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 6(1): 57-71.
- Witomo, M.C. 2018. Dampak budi daya tambak udang terhadap ekosistem mangrove. *Buletin Ilmiah "Marina" Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 4(2): 75-85.
- Zaryaningsih, A., Kamal, E., dan Damanhuri, H. 2022. Strategi pengelolaan ekosistem hutan mangrove di Teluk Tuapejat Kabupaten Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2): 72.