

Sebaran Nitrat dan Ammonium di Wilayah Mangrove Mojo, Kabupaten Pemalang

Markus Julio Pary^{1*}, Muhammad Zainuri^{1,2}, Elis Indrayanti¹, Annisa Aulia Lukman¹,
Muhammad Shulhan Jihadi², Candra Wahyuningsih³

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

²Center for Coastal Rehabilitation and Disaster Mitigation Studies, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH., Tembalang, Semarang, Central Java, Indonesia

³Magister Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Email: *markusamar67@gmail.com

Abstrak

Wilayah Mojo terletak di pantai utara Pulau Jawa tepatnya di Kabupaten Pemalang, yang merupakan daerah potensial dan memiliki kawasan mangrove strategis yang berperan penting dalam ekowisata, produksi tambak, dan keseimbangan ekosistem pesisir. Di tengah tingginya aktivitas antropogenik seperti industri, pelabuhan, pemukiman, dan pertanian yang berdampak pada peningkatan konsentrasi nutrisi, penelitian ini penting untuk dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi konsentrasi dan sebaran horizontal nitrat dan ammonium sebagai indikator kualitas perairan. Sampel diambil dari 14 stasiun yang mewakili empat daerah yaitu laut, pantai, sungai, dan laguna. Nitrat dianalisa dengan metode reduksi *cadmium* (SNI 6989.79:2011) menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 543 nm. Analisa ammonium dengan metode oksidasi (SNI 06-6989.30-2005) menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi tertinggi berada pada daerah sungai yaitu nitrat dengan kisaran nilai antara 0,355–1,608 mg/L dan ammonium dengan kisaran nilai antara 0,029–0,056 mg/L, dan secara perlahan mengalami penurunan ke arah laut mengikuti pola arus. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan dalam penentuan strategi pengelolaan perairan yang efektif dan berkelanjutan guna mengantisipasi gangguan pada kualitas perairan, menjaga kelestarian ekosistem mangrove dan mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir.

Kata kunci : Nitrat; Ammonium; Mangrove; Perairan Mojo, Pemalang;

Abstract

Distribution of Nitrate and Ammonium in Mojo Mangrove Area, Pemalang Regency

Mojo is an area that located on the north coast of Java Island in Pemalang Regency which is a potential area for mangrove growth. Mojo is a strategic mangrove area that play an important role in ecotourism, pond production, and coastal ecosystem balance. In the midst of high anthropogenic activities such as industry, ports, settlements, and agriculture that have an impact on increasing nutrient concentrations, it is urgent to identify the concentration and horizontal distribution of nitrate and ammonium as indicators of water quality. Samples were taken from 14 stations representing four areas, namely the seas, beaches, rivers, and lagoons. Nitrate was analyzed using the cadmium reduction method (SNI 6989.79:2011) with a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 543 nm. Ammonium was analyzed using the oxidation method (SNI 06-6989.30-2005) with a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 640 nm. The results showed the highest nitrate concentrations in riverine areas ranging from 0.355-1.608 mg/L and, ammonium ranging from 0.029-0.056 mg/L, gradually decreasing towards the sea following the current pattern. The results of this study are expected to provide input for determining effective and sustainable water management strategies to anticipate disturbances in water quality, preserve the mangrove ecosystem, and support the welfare of coastal communities.

Keywords: Nitrate; Ammonium; Mangrove; Mojo Waters; Pemalang

PENDAHULUAN

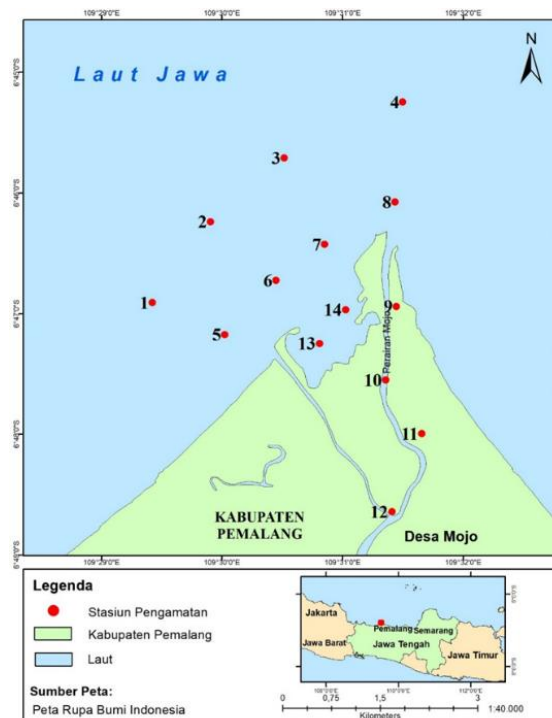
Desa Mojo merupakan wilayah yang terletak di pantai utara Jawa Tengah di Kabupaten Pemalang dan merupakan daerah yang potensial untuk tumbuhnya mangrove. Pemalang juga merupakan salah satu daerah yang memiliki dampak besar terhadap sektor persebaran vegetasi di Jawa Tengah dengan luas wilayah 11.530 km² dan memiliki panjang garis pantai ± 35 km dengan lebar perairan laut 4 mil (Dewanti *et al.*, 2014). Desa Mojo memiliki wilayah ekosistem mangrove seluas 327 ha atau sebesar 40,18 % dari luas total ekosistem mangrove di Kabupaten Pemalang, yaitu seluas 813,8 ha. Panjang garis pantai Desa Mojo sekitar 5,9 km dengan luas kawasan tambak kurang lebih 150 ha. Ekosistem tersebut cukup unik karena berdiri di kawasan tanah timbul, sedangkan saat ini hutan mangrove di kawasan tersebut dikembangkan sebagai ekowisata hutan mangrove yang dikelola masyarakat sekitar. Penelitian oleh Ismoyo *et al.* (2017) juga menekankan peran penting vegetasi mangrove dalam menjaga stabilitas ekosistem pesisir. Berbagai aktivitas seperti industri, pelabuhan, pemukiman, dan pertanian di sekitar wilayah ini telah meningkatkan konsentrasi nutrien. Nutrien di perairan meliputi nutrien N, P, dan Si. Nutrien yang dapat ditemukan di perairan dalam konsentrasi tinggi terutama nitrat dan ammonium (Maslukah, *et al.*, 2023).

Konsentrasi nitrat dan ammonium dijadikan sebagai indikator utama untuk mengukur kualitas air dalam suatu ekosistem perairan. Jumlah nutrien yang terdapat dalam perairan memiliki dampak yang signifikan terhadap kondisi ekosistem tersebut. Walaupun senyawa nitrat dan ammonium berfungsi sebagai sumber kesuburan perairan, jumlah kandungan yang berlebih justru dapat menurunkan kualitas air. Peningkatan jumlah nutrien di perairan berpotensi mengganggu siklus alami, membahayakan kesehatan lingkungan, dan berdampak negatif pada masyarakat pesisir (Akbar *et al.*, 2023). Nitrogen sebagai unsur dasar nutrien awalnya hadir dalam suatu bentuk yang kemudian mengalami proses nitrifikasi, yakni pengubahan nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrosomonas* (Hendrawan *et al.*, 2021). Tingkat konsentrasi nitrat dalam perairan dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti sumber pencemaran, oksigen terlarut dan suhu air. Kandungan nitrat yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan kualitas perairan (Hendrayana, *et al.*, 2022), dan dapat mengakibatkan proses pertumbuhan ganggang dan alga yang sangat cepat atau eutrofikasi (Al Faruqi *et al.*, 2015). Kadar ammonium yang tinggi dalam perairan dapat menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi dan dapat menimbulkan ancaman bagi organisme akuatik. Pada konsentrasi tinggi, ammonium dapat beracun bagi ikan yang dibudidayakan secara komersil pada konsentrasi di atas 1,5 mg N/l.

Aktivitas antropogenik yang semakin meningkat di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi nutrien dalam perairan, yang pada gilirannya dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan mengancam keberlangsungan ekosistem mangrove serta produktivitas tambak. Oleh karena itu, penelitian tentang konsentrasi serta sebaran nitrat dan ammonium perlu dilakukan untuk memantau keseimbangan nitrat dan ammonium di perairan dan memastikan kualitas air yang baik. Yogaswara (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa sebaran nutrien di perairan dipengaruhi oleh kondisi hidrodinamika seperti arus pasang surut. Saat air laut surut, nutrien dari arus sungai masuk ke perairan sehingga kadarnya meningkat, sedangkan pada saat air laut pasang, konsentrasi nitrat cenderung menurun karena suplai dari laut yang terbatas. Hasil penelitian nantinya tidak hanya menjadi dasar ilmiah untuk mengembangkan strategi pengelolaan perairan yang lebih efektif dan berkelanjutan, tetapi juga sebagai referensi bagi pembuat kebijakan, pengelola sumber daya alam, dan masyarakat lokal dalam menjaga keseimbangan lingkungan serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir.

MATERI DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa sampel air laut yang diambil pada tanggal 23 September 2025 di Perairan Mojo, Pemalang. Sampel diambil dari 14 stasiun pada koordinat 6°78'18,251" LS - 6°78'27,913" LS sampai 109°49'3,706" BT - 109°51'70,879" BT (Gambar 1). Lokasi stasiun pengambilan sampel air laut dipilih melalui metode *purposive sampling* yang mempertimbangkan berbagai kondisi dan keadaan sekitar yang dapat memengaruhi produktivitas primer di laut (Stasiun 1, 2, 3, 4), pantai (Stasiun 5, 6, 7, 8), muara sungai (Stasiun 9, 10, 11, 12) dan laguna (Stasiun 13 dan 14). Sementara itu, data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai instansi yang menyediakan data terkait meliputi Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), data pasang surut pada bulan September 2023 dari instansi BIG melalui situs <https://www.big.go.id/>, data angin bulan September 2023 yang diunduh melalui situs <https://www.ecmwf.int/>, dan data batimetri melalui situs <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas>.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengambilan Sampel Air dan Analisis Laboratorium Nitrat dan Ammonium

Sampel air diambil dari pukul 07.00 - 13.00 WIB menggunakan botol Nansen pada permukaan dengan kedalaman < 1 m. Volume sampel yang diambil adalah 1 liter untuk setiap parameter yang diukur. Selanjutnya dianalisa di laboratorium untuk nitrat menggunakan metode reduksi *cadmium* (Parsons *et al.*, 1984) sesuai dengan standarisasi dalam SNI 6989.79:2011 yang diadopsi dari APHA 4500-NO₃⁻ E. *Cadmium Reduction Method* dengan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 543 nm. Dua pengujian dilakukan pada sampel air, yaitu pengujian dengan melewati kolom reduksi dan tanpa melalui kolom reduksi. Kadar nitrat dalam sampel air dihitung dengan mengurangi hasil pengujian kadar nitrat yang telah melewati kolom reduksi dengan hasil pengujian kadar nitrat yang tanpa melewati kolom reduksi. Pengolahan data ammonium dalam penelitian ini menggunakan metode oksidasi (Parsons *et al.*, 1984) yang sesuai dengan standarisasi dalam SNI 06-6989.30-2005 yang diadopsi dari APHA 4500-NH₃ F. *Phenate Method* yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 640 nm.

Sebaran Nitrat dan Ammonium

Hasil konsentrasi nitrat dan ammonium pada 14 stasiun selanjutnya dibuat peta sebaran berdasarkan empat zona yang telah ditentukan sebelumnya yaitu laut, pantai, sungai, dan laguna. Untuk mengetahui faktor hidrodinamika yang mempengaruhi sebaran nitrat dan ammonium maka dilakukan analisa data pasang surut dan pemodelan arus laut. Data pasang surut yang digunakan merupakan data dari perairan terdekat dari Kabupaten Pemalang yaitu perairan Kabupaten Pekalongan dengan interval per jam selama bulan September 2023. Data pasang surut diolah dengan metode admiralty untuk mengetahui nilai MSL (*Mean Sea Level*), komponen-komponen pasang surut serta tipe pasang surut. Pemodelan arus laut dilakukan dengan pemodelan hidrodinamika 2D. Proses ini dimulai dengan pembuatan mesh menggunakan data garis pantai dan data batimetri dalam format.xyz. Selanjutnya, skenario model disimulasikan untuk bulan September 2023. Dalam domain model, elevasi pasang surut digunakan sebagai batas terbuka dan garis pantai Kabupaten Pemalang sebagai batas darat. Untuk melihat bagaimana arus dan pasang surut mempengaruhi sebaran nitrat dan ammonium, maka peta sebaran nitrat dan ammonium akan dikombinasikan (*overlay*) dengan hasil vector arus yang dihasilkan. Program ArcGIS digunakan untuk melakukan proses ini untuk menampilkan interaksi antara arus laut dengan sebaran kandungan nutrisi secara spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Nitrat dan Ammonium

Nitrat dan ammonium di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang menunjukkan nilai konsentrasi yang variatif seperti tersaji pada Tabel 1. Titik dengan nilai konsentrasi nitrat tertinggi adalah pada stasiun 12 yang berada di daerah sungai dengan nilai 1,608 mg/L, dan stasiun 13 yang berada di daerah laguna dengan nilai 1,051 mg/L. Peningkatan nitrat di daerah sungai mengindikasikan pengaruh kuat dari run-off, yang membawa material organik, pupuk pertanian, dan limbah domestik dari daratan (Maslukah *et al.*, 2017), sedangkan di wilayah laguna, merupakan area dimana bahan organik banyak terjebak didalamnya dan selanjutnya mengalami dekomposisi menjadi nutrisi termasuk nitrat dan ammonium (Zainuri *et al.*, 2023). Proses pengendapan nitrat sebagai nutrisi di laguna juga diperkuat terjadinya interaksi air tawar dan laut yang menyebabkan pengadukan dan peningkatan nilai kekeruhan (Saraswati *et al.*, 2017), proses ini dapat berdampak terhadap meningkatnya konsentrasi nitrat di daerah laguna. Sebaliknya, nilai nitrat terendah sebesar 0,023 mg/L yang tercatat pada stasiun 1 mendukung pernyataan Rigitta *et al.* (2015) bahwa konsentrasi nitrat menurun seiring bertambahnya jarak dari daratan menuju laut lepas, di mana pengenceran oleh massa air laut yang lebih besar menyebabkan perairan menjadi tidak subur.

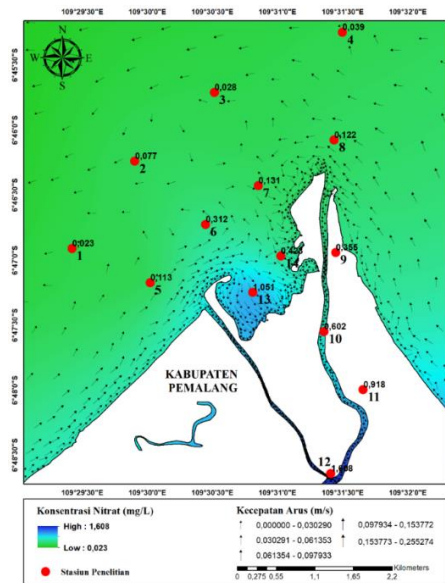
Titik dengan nilai konsentrasi ammonium tertinggi adalah pada stasiun 11 dan 12 yang berada di daerah sungai dengan nilai 0,056 mg/L dan 0,041 mg/L. Faktor utama yang memengaruhi tingginya ammonium di perairan sungai adalah masukan dari aktivitas manusia, seperti limbah domestik, pertanian, peternakan, atau perikanan darat (Widiardja *et al.*, 2021). Sungai umumnya menjadi jalur utama pengangkutan nutrisi menuju pantai atau laut. Apabila terjadi peningkatan buangan limbah kaya nitrogen, seperti pupuk pertanian dan limbah rumah tangga yang mampu menyebabkan melonjaknya konsentrasi ammonium. Secara umum, stasiun di daerah laut (stasiun 1, 2, 3, 4) memiliki konsentrasi ammonium yang paling rendah (sekitar 0,007 – 0,012 mg/L). Rendahnya kandungan ammonium di laut biasanya disebabkan oleh tingginya laju pencampuran (mixing) dan sirkulasi air laut yang konstan. Arus dan gelombang di zona laut terbuka membantu mendispersikan zat hara, sehingga konsentrasinya cenderung lebih stabil dan relatif kecil. Selain itu, input antropogenik seperti limbah domestik atau pertanian pada area laut umumnya sudah terencerkan oleh volume air yang lebih besar, sehingga akumulasi ammonium tidak signifikan.

Sebaran Nitrat dan Ammonium

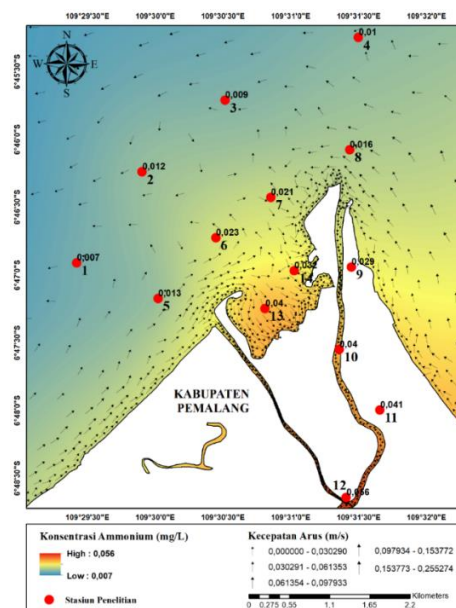
Pola sebaran nitrat dan ammonium disajikan pada Gambar 2 dan 3. Hasil analisis pada 14 stasiun pengamatan di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang menunjukkan variasi sebaran konsentrasi nitrat dengan rentang nilai antara 0,023 mg/L hingga 1,608 mg/L.

Tabel 1. Konsentrasi Nitrat dan Ammonium di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang

Stasiun	Bujur	Lintang	Nitrat (mg/L)	Ammonium (mg/L)
1	109° 49' 03,706" W	6° 78' 18,251" S	0,023	0,007
2	109° 49' 84,071" W	6° 77' 06,354" S	0,077	0,012
3	109° 50' 86,054" W	6° 76' 18,346" S	0,028	0,009
4	109° 52' 49,874" W	6° 75' 41,320" S	0,039	0,010
5	109° 50' 03,731" W	6° 78' 62,133" S	0,113	0,013
6	109° 50' 74,608" W	6° 77' 87,375" S	0,312	0,023
7	109° 51' 42,051" W	6° 77' 37,799" S	0,131	0,021
8	109° 52' 39,197" W	6° 76' 79,184" S	0,122	0,016
9	109° 52' 41,116" W	6° 78' 23,316" S	0,355	0,029
10	109° 52' 26,201" W	6° 79' 24,862" S	0,602	0,040
11	109° 52' 76,288" W	6° 79' 99,137" S	0,918	0,041
12	109° 52' 34,856" W	6° 81' 06,829" S	1,608	0,056
13	109° 51' 34,930" W	6° 78' 74,501" S	1,051	0,040
14	109° 51' 70,879" W	6° 78' 27,913" S	0,423	0,032



Gambar 2. Sebaran Konsentrasi Nitrat di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang



Gambar 3. Sebaran Konsentrasi Ammonium di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang

Sebaran nitrat dan ammonium dipengaruhi oleh pasang surut dan arus laut. Hasil analisis pasang surut bulan september 2023 di Perairan Mojo, Pemalang menunjukkan nilai MSL sebesar 1.81 meter, dan komponen pasang surut disajikan pada Tabel 2. Perairan Mojo termasuk ke dalam tipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan bilangan Formzahl sebesar 1.365. Tipe pasang surut condong harian ganda berarti dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, akan tetapi terkadang juga terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan waktu yang berbeda. Pengambilan sampel nitrat dan ammonium dimulai ketika pasang dan berakhir ketika kondisi sudah surut. Kondisi pasang surut tersebut berpengaruh terhadap titik lokasi pengambilan sampel (Aini *et al.*, 2024). Sedangkan pada saat surut, arus akan mentransformasikan massa air laut dari pantai menuju laut lepas (Adriono *et al.*, 2021). Hal ini tentunya mempengaruhi arah dan pola sebaran arus seperti terlihat Gambar 2 dan 3.

Tabel 2. Komponen Harmonik Pasang Surut di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang Pada Periode Musim Peralihan II Bulan September 2023

	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
A Cm	6,7	9,0	2,9	16,4	5,0	0,6	0,1	2,42	5,42
g °	260,9	43,9	223,4	141,4	68,9	27,5	84,9	43,9	141,4

Arus dapat meningkatkan proses pengadukan nitrat dimana semakin kuat arus maka semakin cepat nitrat akan terdistribusi ke seluruh kolom air, sehingga mencegah penumpukan nutrisi di satu area. Pada wilayah perairan dengan arus yang lebih kuat, konsentrasi nitrat cenderung lebih merata karena arus tersebut akan menyebarkannya ke area yang lebih luas dan mempercepat penyebaran dari sumber sumber kontaminasi atau nutrisi. Sedangkan arus yang lambat dapat menyebabkan nutrisi seperti nitrat terakumulasi di satu wilayah, terutama di dekat sumbernya misalnya pada aliran sungai yang mengalir dari sekitar pemukiman masyarakat dimana membawa limbah organik yang banyak dari aktivitas industri rumah tangga (Damayanti *et al.*, 2022). Hal tersebut menghasilkan nitrat pada daerah yang dekat dengan daratan (Gambar 2), yaitu laguna (stasiun 13 dan 14) dan wilayah sungai (stasiun 9, 10, 11, 12) memiliki konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah laut lepas (stasiun 1, 2, 3, 4) karena pengaruh dari perbedaan jarak perairan dengan daratan yang menghasilkan pola arus konvergen.

Sebaran amonium (Gambar 3) menunjukkan bahwa muara sungai memiliki konsentrasi amonium tertinggi dibandingkan di laut, pantai dan laguna. Di daerah sungai, kisaran konsentrasi amonium bervariasi dengan nilai tertinggi mencapai 0,056 mg/L di Stasiun 12. Sungai umumnya menjadi jalur utama pengangkutan nutrisi menuju pantai atau laut. Apabila terjadi peningkatan buangan limbah kaya nitrogen, seperti pupuk pertanian dan limbah rumah tangga yang mampu menyebabkan melonjaknya konsentrasi amonium. Selain itu, kecepatan aliran sungai dan proses sedimentasi turut menentukan distribusi amonium. Pada daerah sungai, arus yang lambat memungkinkan terjadinya akumulasi nutrisi, sedangkan arus yang cepat dapat mengangkutnya lebih jauh ke hilir. Sedangkan zona laut (stasiun 1, 2, 3, 4) memiliki konsentrasi amonium yang paling rendah (0,007 – 0,012 mg/L). Rendahnya kandungan amonium di laut biasanya disebabkan oleh tingginya laju pencampuran (mixing) dan sirkulasi air laut yang konstan. Arus dan gelombang di zona laut terbuka membantu mendispersikan zat hara, sehingga konsentrasinya cenderung lebih stabil dan relatif kecil. Selain itu, input antropogenik seperti limbah domestik atau pertanian pada area laut umumnya sudah terencerkan oleh volume air yang lebih besar, sehingga akumulasi amonium tidak signifikan. Pada daerah pantai (stasiun 5, 6, 7, 8) konsentrasi amonium meningkat menjadi sekitar 0,013 – 0,023 mg/L. Kenaikan ini dapat dikaitkan dengan posisi pantai yang lebih dekat dengan daratan, sehingga berpotensi menerima run off dari sungai atau kawasan penduduk di sekitarnya. Selain itu, ekosistem mangrove di daerah pantai dapat berkontribusi terhadap pelepasan amonium dari proses dekomposisi bahan organik seperti serasah daun mangrove dan organisme lain. Mangrove juga mampu menyerap sebagian nutrisi, namun di sisi lain proses mineralisasi di sedimen dan sirkulasi terbatas di area pantai dapat meningkatkan konsentrasi amonium di kolom air terutama ketika pasang surut tidak cukup kuat untuk melarutkan atau membawa nutrisi tersebut ke laut terbuka.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa arah sebaran amonium dan nitrat di Perairan Mojo, Kabupaten Pemalang pada bulan September 2023 memperlihatkan pola konsentrasi tinggi ditemukan di muara sungai dan laguna, dan secara perlahan mengalami penurunan ke arah laut mengikuti pola arus. Pola sebaran kedua nutrisi memiliki pola yang sama, yaitu mengikuti arah arus. Nitrat dan amonium pada daerah muara sungai dan laguna cenderung berkonsentrasi tinggi, karena masih berdekatan dengan area pemukiman warga, mangrove, dan limbah peternakan. Sedangkan pada daerah pantai hingga ke laut cenderung berkonsentrasi rendah, karena semakin menjauhi sumber bahan organik yang menghasilkan nutrisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Hibah Penelitian Universitas Diponegoro (Riset Publikasi Internasional) No. 609-54/UN7.D2/PP/VIII/2023, 12 Agustus 2023, dan Dana Hibah Penelitian dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, No. 65/UN7.F10/PP/II/2024, 27 Februari 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriono, F. H., Zainuri, M., Helmi, M., Rochaddi, B., & Widada, S. 2021. Distribusi Material Padatan Tersuspensi di Perairan Sungai Jajar, Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Oceanography*., 3(4):13-22.
- Aini, F. N., Indarjo, A., Zainuri, M., Endrawati, H., Redjeki, S., Pribadi, R., Setiyono, H., & Suryoputro, A. A. D. 2024. Total Suspended Solid Concentration Dynamics and Distribution Based on Geospatial Models in Mojo River Estuary, Pemalang. *Buletin Oseanografi Marina* 13(2): 303-310.
- Akbar, L. F. S. D., Maslukah, L., & Ismanto, A. 2023. Sebaran Horizontal Nitrat dan Ammonium di Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*., 5(3): 151-157.
- Al Faruqi, I., Wulandari, S. Y., dan Marwoto, J. 2015. Sebaran Nitrat dan Kualitas Perairan di Dermaga Pulau Parang, Karimunjawa pada saat Pasang menuju Surut. *Journal of Oceanography*, 4(2): 524-532.
- Damayanti, T. R., Ismanto, A., Indrayanti, E., Zainuri, M., & Maslukah, L. 2022. Sebaran Konsentrasi Fosfat di Muara Sungai Sengkarang dengan Pendekatan Model Matematika 2 Dimensi. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 12-22.
- Dewanti, R. O. N., Ghofar, A., & Saputra, S. W. 2014. Beberapa Aspek Biologi Ikan Teri (*Stolephorus devisi*) Yang Tertangkap Payang di Perairan Kabupaten Pemalang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3):102-111.
- Hendrawan, A. K. F., Afiati, N., & Rahman, A. 2021. Laju Nitrifikasi pada Bioremediasi Air Limbah Organik Menggunakan *Chlorella Sp.* dan Bakteri Nitrifikasi-Denitrifikasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 11(2): 309-323.
- Hendrayana, H., Raharjo, P., & Samudra, S. R. 2022. Komposisi Nitrat, Nitrit, Amonium dan Fosfat di Perairan Kabupaten Tegal. *Journal of Marine Research*, 11(2): 277-283.
- Ismoyo, U., Hendarto, B., & Suryanti, S. 2017. Analisis Bahan Organik dengan Kualitas Tanah Terhadappukuran Daun Bakau (*Rhizophora Mucronata Lamk*) di Hutan Mangrove Desa Mojo, Ulujami, Pemalang (Analisis of Organic Matter and Soil Quality on The Size of Mangrove Leaf at Mojo Village, Ulujami Pemalang). *Saintek Perikanan: Indonesian*, 12(2):134-138.
- Maslukah, L., Wulandari, S. Y., & Prasetyawan, I. B. 2017. Konsentrasi Klorofil-a dan Keterkaitannya Dengan Nutrient N, P di Perairan Jepara: Studi Perbandingan Perairan Muara Sungai Wiso dan Serang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2): 72-77.
- Maslukah, L., Handoyo, G., Wulandari, S., Sihite, C.B., & Sarjito. 2023. The Chlorophyll-a Response of Phytoplankton to Ratio N/P in Different Coastal Waters. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(9): 121 - 129
- Parsons, T. R., Maita, Y., & Lalli, C. M. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press Inc.
- Rigitta, T. M. A., Maslukah, L., & Yusuf, M. 2015. Sebaran Fosfat dan Nitrat di Perairan Morodemak, Kabupaten Demak. *Journal of Oceanography*, 4(2):415-422.
- Saraswati, N.L.G.R.A., Yulius, Y., Rustam, A., Salim, H.L., Heriati, A. & Mustikasari, A. 2017. Kajian Kualitas Air Untuk Wisata Bahari di Pesisir Kecamatan Moyo Hilir dan Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Segara*, 13(1): 39 – 43.
- Widiardja, A.R., Nuraini, R.A.T., dan Wijayanti, D.P. 2021. Kesuburan Perairan Berdasarkan Kandungan Nutrien pada Ekosistem Mangrove Desa Bedono, Demak. *Journal of Marine Research*, 10(1): 64-71.
- Yogaswara, D. 2020. Distribusi dan Siklus Nutrient di Perairan Estuari Serta Pengendaliannya. *Oseana*, 45(1): 28-39.
- Zainuri, M., Indriyawati, N., Syarifah, W., & Fitriyah, A. 2023. Korelasi Intensitas Cahaya dan Suhu Terhadap Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Estuari Ujung Piring Bangkalan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1):20-26.