

Pola Sebaran Konsentrasi Nitrat Dan Fosfat Sebagai Indikator Kesuburan Perairan Pantai Kaliratu, Kabupaten Kebumen

Fathiyah Mumtaz¹, Lilik Maslukah^{1*}, Sugeng Widada¹, Muhammad Zainuri^{1,2}, Hadi Endrawati³

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

³Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email: *lilik_maslukah@gmail.com

Abstrak

Pantai Kaliratu di Kabupaten Kebumen memiliki aktivitas industri tambak udang modern yang berpotensi mempengaruhi kualitas perairan sekitarnya. Aktivitas budidaya tambak berkontribusi terhadap limbah organik, yang akan terdegradasi menjadi nutrisi nitrat dan fosfat. Fosfat dan nitrat berperan penting dalam proses fotosintesis sehingga berpengaruh terhadap kesuburan perairan. Kesuburan perairan yang sangat tinggi akan berdampak negatif terhadap ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan dan pola sebaran nitrat dan fosfat di perairan tersebut. Pengambilan data dilakukan di 16 stasiun. Nitrat dianalisis menggunakan metode reduksi kadmium dan fosfat berdasarkan asam askorbat. Selanjutnya, konsentrasi nutrisi nitrat dan fosfat disajikan dalam bentuk pola sebaran menggunakan ArcMap 10.8. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi nitrat berkisar antara 0,054-0,559 mg/L dengan rata-rata 0,181 mg/L, terkategori sebagai perairan oligotrofik. Sementara konsentrasi fosfat berkisar antara 0,074-0,431 mg/L dengan rata-rata 0,165 mg/L, masuk dalam kategori perairan eutrofik. Perbedaan klasifikasi ini terjadi karena karakteristik kedua nutrisi tersebut, dimana nitrat bersifat lebih mudah larut sedangkan fosfat sifatnya lebih reaktif, cenderung cepat terikat oleh partikel. Pola sebaran kedua nutrisi membentuk pola konvergen, ditemukan tinggi di dekat muara dan menurun ke arah laut lepas.

Kata kunci: Nitrat, Fosfat, Kandungan, Sebaran, Kaliratu, Kebumen

Abstract

Study of the Content and Distribution of Nitrate and Phosphate Concentrations as Indicators of Fertility of Kaliratu Beach Waters, Kebumen Regency

Kaliratu Beach in Kebumen Regency has a modern shrimp farming industry that has the potential to affect the quality of the surrounding waters. The shrimp farming activities contribute to organic waste, which will degrade into nitrate and phosphate nutrients. Phosphate and nitrate play an important role in the process of photosynthesis, thereby affecting the fertility of the waters. High water fertility can have negative impacts on aquatic ecosystems. This study aims to analyze the content and distribution patterns of nitrate and phosphate in the water. Data collection was conducted at 16 stations. Nitrate was analyzed using the cadmium reduction method, and phosphate was analyzed using the ascorbic acid method. Furthermore, the concentrations of nitrate and phosphate nutrients were presented in the form of distribution patterns using ArcMap 10.8. The results showed that nitrate concentrations ranged from 0.054 to 0.559 mg/L with an average of 0.181 mg/L, categorized as oligotrophic water. Meanwhile, phosphate concentrations ranged from 0.074 to 0.431 mg/L with an average of 0.165 mg/L, falling into the eutrophic water category. This difference in classification is due to the characteristics of the two nutrients, where nitrate is more soluble while phosphate is more reactive and tends to bind quickly to particles. The distribution patterns of the two nutrients form a convergent pattern, with high concentrations near the mouth of the river and decreasing toward the open sea.

Keywords: Nitrate, Phosphate, Distribution, Kaliratu, Kebumen.

PENDAHULUAN

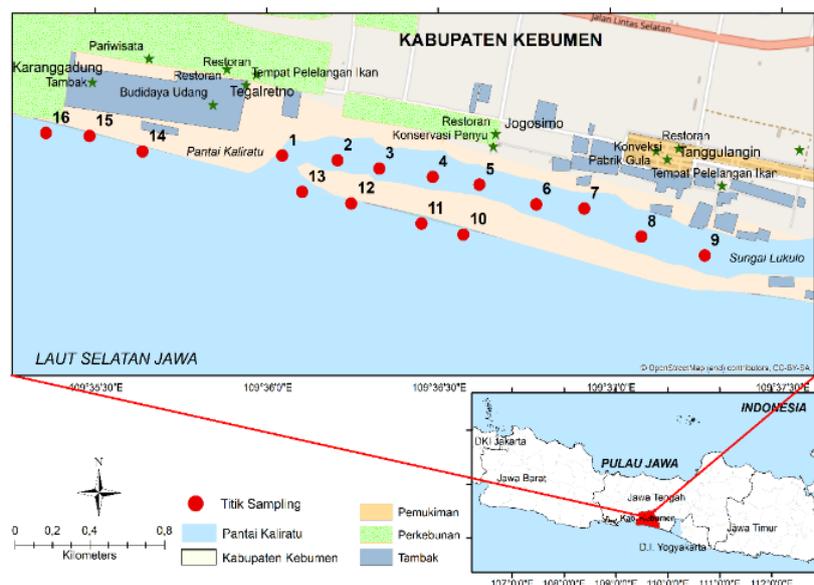
Kabupaten Kebumen memiliki berbagai destinasi wisata dan industri yang berkembang, termasuk Pantai Kaliratu di Kecamatan Puring. Perkembangan ini membawa dampak berupa peningkatan limbah domestik dan non-domestik dari aktivitas masyarakat. Salah satu masalah utama adalah pembuangan limbah domestik ke sungai, terutama air cucian yang mengandung deterjen. Deterjen menghasilkan fosfat dari kandungan *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) yang dapat meningkatkan konsentrasi fosfat di perairan dan mempengaruhi pH serta kandungan oksigen terlarut (Widyaningsih, 2023). Di wilayah ini juga terdapat proyek tambak udang modern terbesar di Indonesia yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas perairan sekitar. Limbah dari tambak udang mengandung konsentrasi tinggi nutrisi organik, yang akan terdekomposisi menjadi unsur nitrogen dan fosfor, yang berasal dari sisa pakan dan kotoran udang. Pada konsentrasi tinggi, kedua nutrisi tersebut dapat menyebabkan eutrofikasi (Aini dan Parmi, 2022).

Konsentrasi nutrisi berkaitan erat dengan keberadaan dan dinamika populasi fitoplankton sebagai produsen dalam rantai makanan. Nitrat dan fosfat berperan penting dalam pertumbuhan fitoplankton, dimana nitrat digunakan untuk sintesis asam amino dan protein, sementara fosfat berperan dalam pembentukan ATP dan asam nukleat. Peningkatan berlebihan dari kedua nutrisi dapat menyebabkan *blooming* fitoplankton (Gurning *et al.*, 2020). Konsentrasi nitrat dan fosfat yang tinggi tidak hanya menjadi indikator kesuburan perairan tetapi juga indikator pencemaran. Fenomena eutrofikasi akibat pengayaan unsur hara dapat mengganggu keseimbangan ekosistem laut, menyebabkan penurunan oksigen terlarut, dan berpotensi menyebabkan bloom alga beracun yang berdampak negatif pada kehidupan biota laut dan kesehatan manusia. Konsentrasi nitrat dan fosfat penting untuk dipahami sebagai indikator dalam menilai status kesuburan perairan (Zainuri *et al.*, 2023).

Dinamika arus laut, termasuk arah, kecepatan, dan polanya, memegang peranan penting dalam persebaran kedua nutrisi ini di perairan. Pendekatan geospasial diimplementasikan untuk menggambarkan pola distribusi konsentrasi nitrat dan fosfat sebagai upaya mitigasi kualitas perairan secara lebih akurat (Zainuri *et al.*, 2024) dan membutuhkan biaya lebih murah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat kesuburan perairan di kawasan Kaliratu, Kabupaten Kebumen.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada 20 Agustus 2023 dengan lokasi penelitian berada di Pantai Kaliratu, Kabupaten Kebumen. Pengambilan sampel dilakukan pada 16 sampel, dengan 9 sampel diambil dari daerah sungai, dan 7 sampel lainnya diambil di daerah perairan pantai. Pengambilan berada pada koordinat 07°77'88.0"S sampai 109°60'07.9" E dan 07°77'77.0"S sampai 109°58'93.3"E. Stasiun pengambilan sampel terdeskripsi pada peta lokasi yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

Pendekatan metode penelitian kuantitatif digunakan dengan menitikberatkan pada analisis data numerik dan penggunaan metode statistik untuk mengembangkan teori dan hipotesis yang telah ditetapkan. Metode ini juga dikenal sebagai metode ilmiah karena mematuhi prinsip-prinsip ilmiah seperti konkret atau empiris, objektif, terukur, rasional, dan sistematis (Zainuri *et al.*, 2021). Pendekatan analisis deskriptif kuantitatif didukung oleh referensi dan dokumentasi relevan.

Penentuan lokasi stasiun pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan teknik purposive sampling, mempertimbangkan berbagai kondisi dan keadaan daerah yang diduga berpengaruh terhadap produktivitas primer di perairan pantai dan sungai. Sejumlah 16 sampel diambil secara *in-situ*, dengan 9 sampel di daerah sungai dan 7 sampel di daerah perairan pantai, menggunakan GPS Garmin sebagai alat bantu (Zainuri *et al.*, 2024). Pemilihan lokasi tersebut bertujuan untuk mewakili dinamika di perairan dan muara, serta mengetahui respon pasang surut.

Pengumpulan data meliputi data nitrat, fosfat, kualitas perairan, angin, dan pasang surut. Sampel air laut diambil secara *in-situ* pada lapisan permukaan laut menggunakan botol Nansen, disimpan dalam kotak pendingin, dan dibawa ke laboratorium untuk analisis konsentrasi nitrat dan fosfat. Parameter kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan pH diukur langsung di lapangan. Data angin diperoleh dari website Climate Data Store (CDS), Marine Copernicus, dengan interval 1 jam, dan diekstraksi menggunakan software Ocean Data View serta diolah menggunakan Microsoft Excel. Data pasang surut diperoleh dari website Badan Informasi Geospasial, dengan interval 1 jam, dan diolah menggunakan MIKE21.

Pengolahan data nitrat mengikuti metode reduksi kadmium yang diperkenalkan oleh Parsons *et al.* (1984), dengan prinsip reduksi nitrat menjadi nitrit menggunakan kolom kadmium yang dilapisi tembaga. Prinsip pengujian adalah melalui proses reduksi nitrat menjadi nitrit menggunakan kadmium (Cd) yang dilapisi tembaga (Cu) dalam suatu kolom, lalu nitrit yang terbentuk bereaksi dengan sulfanilamid dalam suasana asam untuk membentuk senyawa diazonium. Senyawa diazonium ini selanjutnya bereaksi dengan N-(1-*naphthyl*)-*Ethylenediamine Dihydrochloride* (NED), menghasilkan warna merah muda yang diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 543 nm. Untuk menentukan kadar nitrit yang berasal dari hasil reduksi nitrat, dilakukan penetapan nitrit tanpa melalui uji pada kolom reduksi kadmium.

Pengolahan data fosfat mengikuti metode yang diperkenalkan oleh Strickland dan Parson (1968). Larutan induk dibuat dengan melarutkan 0,0816 gr KH_2PO_4 menggunakan 100 ml aquabides untuk mendapatkan konsentrasi 6000 μM . Sejumlah 10 ml larutan induk 6000 μM diencerkan sampai 1 L untuk mendapatkan konsentrasi 60 μM . Selanjutnya larutan standar 1 μM , 3 μM , 5 μM , dan 10 μM dibuat dengan menggunakan perhitungan $M_1.V_1 = M_2.V_2$. Dalam pengolahan fosfat membutuhkan 4 reagen, yaitu amonium molibdat, asam sulfat, asam askorbat, dan kalium antimonil. Amonium molibdat dan kalium antimonil tartrat bereaksi dengan ortofosfat membentuk senyawa asam fosfomolibdat yang kemudian direduksi oleh asam askorbat menjadi kompleks biru molibden, diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 885 nm.

Sebaran konsentrasi nitrat dan fosfat divisualisasikan dalam bentuk peta menggunakan ArcMap 10.8. Pada peta sebaran, warna terang menunjukkan konsentrasi yang tinggi sedangkan warna gelap menunjukkan konsentrasi yang rendah, memudahkan dalam melihat pola distribusi nitrat dan fosfat secara visual (Zainuri *et al.*, 2024). Data angin diolah untuk mendapatkan nilai kecepatan angin dan arah angin secara *time series*, kemudian divisualisasikan dalam bentuk windrose menggunakan software WRPLOT. Dengan windrose, dapat diperoleh informasi mengenai kecenderungan arah angin yang berbeda-beda pada setiap waktu tertentu. Perhitungan konstanta harmonik pasang surut menggunakan metode admiralty, yang menghasilkan nilai amplitudo dan beda fase untuk penentuan karakteristik dan prediksi pasang surut. Amplitudo konstanta harmonik pasang surut M1, S2, K1, dan O1 dihitung berdasarkan data pengukuran pasang surut dan didapatkan bilangan formzahl yang digunakan untuk menentukan tipe pasang surut. Secara keseluruhan, kombinasi metode dan alat analisis yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi perairan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada 16 titik stasiun di Perairan Kaliratu, Kebumen, ditemukan keberagaman nilai konsentrasi nitrat dan fosfat di setiap titik pengamatan. Konsentrasi nitrat berada dalam kisaran 0,054 mg/L hingga 0,559 mg/L. Konsentrasi nitrat di perairan sungai berkisar antara 0,054 mg/l

hingga 0,081 mg/l, dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 3 dan terendah pada stasiun 2. Sementara itu, pada stasiun 10-16 yang terletak di perairan pantai, konsentrasi nitrat berkisar antara 0,114 mg/l hingga 0,559 mg/l, dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 16 dan terendah pada stasiun 10. Hasil konsentrasi nitrat dapat dilihat pada Tabel 1. Secara keseluruhan, konsentrasi nitrat di Perairan Kaliratu termasuk dalam kategori oligotrofik menurut klasifikasi Hakanson and Bryann (2008). Perairan oligotrofik mencerminkan kondisi yang masih alami dan minim pencemaran nutrisi, dengan karakteristik utama berupa kandungan unsur hara yang rendah. Kondisi ini umumnya ditemui di laut terbuka, di mana kadar nutrisi cenderung stabil tanpa variasi signifikan (Namira *et al.*, 2021).

Nitrat berperan penting sebagai nutrisi esensial bagi pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air. Dalam ekosistem alami, nitrat terbentuk melalui proses nitrifikasi, di mana bakteri mengoksidasi amonia menjadi nitrit, kemudian menjadi nitrat (Septriono *et al.*, 2023). Konsentrasi nitrat yang lebih tinggi ditemukan pada daerah perairan pantai, terutama di stasiun 16 yang berada dekat dengan industri tambak udang modern. Limbah tambak udang yang kaya bahan organik menyebabkan peningkatan beban organik substansial di lingkungan akuatik. Dampak dari air limbah tambak udang yang mengandung bahan-bahan organik menyebabkan terjadi peningkatan beban organik yang substansial di lingkungan akuatik. Proses dekomposisi bahan organik ini memerlukan oksigen dalam jumlah besar, yang mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air. Kadar oksigen terlarut di dalam massa air nilainya adalah relatif, biasanya berkisar antara 6 - 14 ppm (Patty *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengamatan langsung diketahui bahwa pada perairan sungai diperoleh konsentrasi oksigen terlarut (DO) dari 13,2 ppm hingga 15,6 ppm. Hasil pengamatan terhadap parameter fisika dan kimia perairan, disajikan pada Tabel 2.

Sementara itu, pada daerah pantai diperoleh konsentrasi oksigen terlarut dengan rentang dari 9,4 ppm hingga 16,6 ppm. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kandungan oksigen terlarut di Pantai Kaliratu tergolong tinggi. Kadar DO yang tinggi ini berkaitan dengan waktu pengambilan sampel pada siang hari, di mana intensitas cahaya matahari yang tinggi meningkatkan laju fotosintesis secara signifikan (Papatungan *et al.*, 2022). Proses ini menghasilkan oksigen dalam jumlah yang melebihi konsumsi melalui respirasi organisme akuatik, menciptakan kondisi supersaturasi dalam perairan. Kadar oksigen terlarut (DO) dalam air yang tinggi juga dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Kebutuhan oksigen yang tinggi ini secara langsung mempengaruhi efisiensi proses degradasi bahan organik lainnya dalam air, karena sebagian besar oksigen terlarut digunakan untuk proses nitrifikasi. Hal ini menciptakan suatu siklus dimana tingginya kadar DO diperlukan untuk mendukung proses nitrifikasi yang berkelanjutan.

Tabel 1. Kandungan Nitrat di Perairan Kaliratu, Kebumen

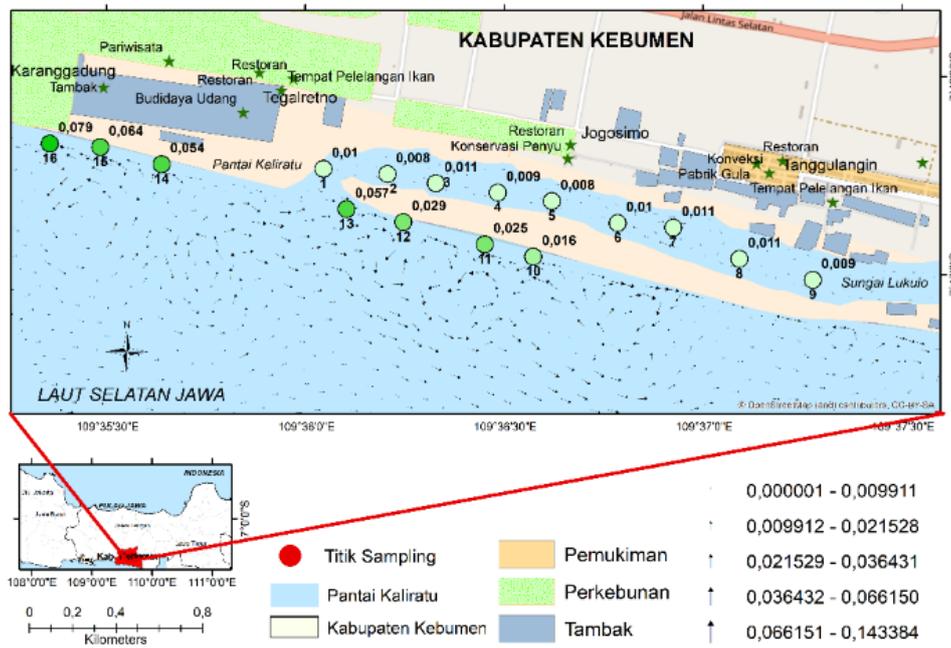
Stasiun	Lintang	Bujur	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)
Stasiun 1	07°77'88.0"S	109°60'07.9" E	0,070	0,084
Stasiun 2	07°77'90.3"S	109°60'34.7" E	0,054	0,074
Stasiun 3	07°77'94.2"S	109°60'55.0" E	0,081	0,120
Stasiun 4	07°77'98.2"S	109°60'80.9" E	0,065	0,094
Stasiun 5	07°78'01.9"S	109°61'03.6" E	0,058	0,125
Stasiun 6	07°78'11.2"S	109°61'31.1" E	0,069	0,140
Stasiun 7	07°78'13.2"S	109°61'54.4" E	0,075	0,099
Stasiun 8	07°78'26.5"S	109°61'82.1" E	0,079	0,094
Stasiun 9	07°78'35.4"S	109°62'12.8" E	0,065	0,094
Stasiun 10	07°78'25.2"S	109°60'95.7" E	0,114	0,232
Stasiun 11	07°78'20.0"S	109°60'75.4" E	0,177	0,145
Stasiun 12	07°78'10.5"S	109°60'41.3" E	0,208	0,161
Stasiun 13	07°78'05.0"S	109°60'17.5" E	0,400	0,318
Stasiun 14	07°77'85.8"S	109°59'40.1" E	0,379	0,431
Stasiun 15	07°77'78.5"S	109°59'14.4" E	0,449	0,217
Stasiun 16	07°77'77.0"S	109°58'93.3"E	0,559	0,217

Tabel 2. Nilai Parameter Lingkungan (DO, pH, Suhu dan Salinitas) di Perairan Kaliratu, Kebumen

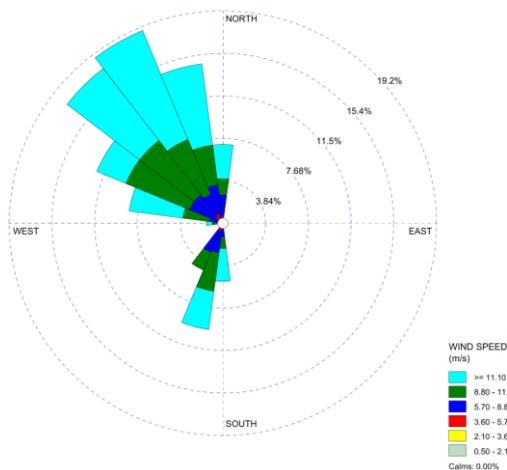
Stasiun	Lintang	Bujur	DO (ppm)	pH	Suhu (°C)	Salinitas (‰)
Stasiun 1	07°77'88.0"S	109°60'07.9" E	13,2	8,73	30,9	23
Stasiun 2	07°77'90.3"S	109°60'34.7" E	13,8	8,71	30,9	19
Stasiun 3	07°77'94.2"S	109°60'55.0" E	13,8	8,76	31	13
Stasiun 4	07°77'98.2"S	109°60'80.9" E	14,2	8,72	30,8	18
Stasiun 5	07°78'01.9"S	109°61'03.6" E	13,8	8,74	30,8	12
Stasiun 6	07°78'11.2"S	109°61'31.1" E	14,5	8,7	30,9	14
Stasiun 7	07°78'13.2"S	109°61'54.4" E	15,6	8,73	31	14
Stasiun 8	07°78'26.5"S	109°61'82.1" E	15,4	8,74	31,4	11
Stasiun 9	07°78'35.4"S	109°62'12.8" E	14,0	8,71	31	14
Stasiun 10	07°78'25.2"S	109°60'95.7" E	9,4	8,16	24,1	34
Stasiun 11	07°78'20.0"S	109°60'75.4" E	10,8	8,03	23,1	35
Stasiun 12	07°78'10.5"S	109°60'41.3" E	11,4	8,12	22,7	34
Stasiun 13	07°78'05.0"S	109°60'17.5" E	11,9	8,2	23,3	35
Stasiun 14	07°77'85.8"S	109°59'40.1" E	10,2	8,08	22	35
Stasiun 15	07°77'78.5"S	109°59'14.4" E	12,1	8,12	21,8	35
Stasiun 16	07°77'77.0"S	109°58'93.3"E	16,6	8,35	21,8	35

Konsentrasi nitrat di stasiun 16 (Gambar 2) menunjukkan pola konvergen atau memusat, dengan kadar nitrat yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan area sekitarnya. Pola ini terjadi karena adanya arus sejajar pantai yang membawa zat hara dari aktivitas pertambakan di sisi sebelah barat. Hal ini juga ditunjukkan dengan arah angin dominan berasal dari arah Barat Laut hingga Barat Daya, dengan sebagian kecil dari arah Tenggara, (Gambar 3.) dengan rata-rata sebesar 10,543 knots. Pola pergerakan angin di wilayah Kebumen pada tahun 2023 mengalami anomali. Selama periode muson timur, seharusnya angin bergerak dari arah timur menuju barat, namun data menunjukkan pergerakan dari arah barat ke timur. Anomali ini menggambarkan penyimpangan dari pola klimatologis normal yang biasanya terjadi selama musim tersebut. Putaran lokal adalah fenomena meteorologi di mana kondisi geografis dan topografis suatu daerah mempengaruhi pola pergerakan udara secara lokal, yang bertentangan dengan pola angin skala besar yang dominan (Alfiandy *et al.*, 2020). Penurunan konsentrasi nitrat terlihat dari stasiun 13 hingga stasiun 10 dengan range 0,114-0,4 mg/l. Sungai Lukulo mempengaruhi sebaran nitrat, dengan konsentrasi tinggi terdeteksi pada stasiun 13 yang terkait dengan masukan nutrisi dari aliran sungai. Di perairan sungai Lukulo sendiri, konsentrasi nitrat relatif kecil (0,054-0,081 mg/l). Fenomena konsentrasi nitrat yang lebih rendah di sungai dibandingkan wilayah pesisir merupakan hasil dari proses biogeokimia kompleks dan dinamika oseanografi di zona transisi. Pesisir bertindak sebagai zona penampungan di mana nutrisi dari berbagai sumber terakumulasi seiring waktu, sementara sungai memiliki efek pengenceran yang konstan.

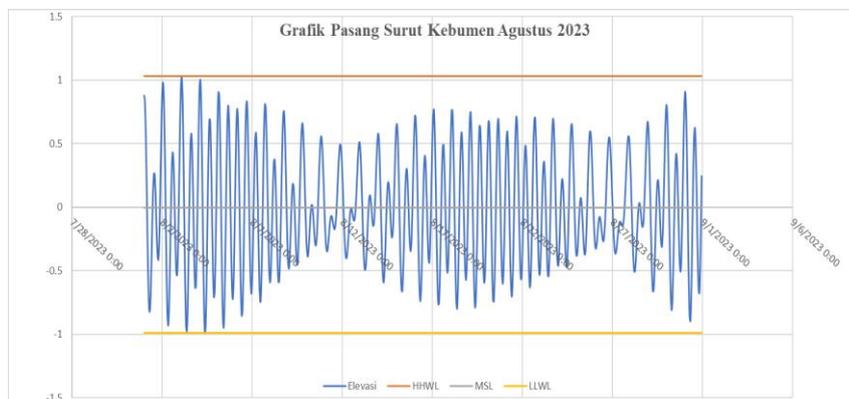
Pasang surut memainkan peran penting dalam perbedaan konsentrasi ini. Selama pasang, air laut kaya nutrisi bergerak ke arah darat, menciptakan efek pemampatan yang meningkatkan konsentrasi lokal di wilayah pesisir. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hingga siang hari, dengan surut sekitar pukul 08.00 WIB dan pasang sekitar pukul 12.00 WIB. Pergerakan massa air yang terjadi disebut dengan arus pasang surut. Ketika air laut dalam kondisi surut, area penyebaran materi cenderung lebih luas karena volume air yang berkurang menyebabkan materi tersebar ke area yang lebih besar mengikuti aliran air yang menuju ke laut (Maslukah *et al.*, 2014). Berdasarkan Gambar 4. *Highest High Water Level* (HHWL) atau muka air tertinggi dengan nilai sebesar 1.033 m, sementara *Lowest Low Water Level* (LLWL) atau muka air terendah dengan nilai sebesar -0.987 m. Kedua level ini membentuk rentang pasang surut *Mean Sea Level* (MSL) atau muka air laut dengan nilai sebesar -0.002 m.



Gambar 2. Peta Sebaran Nitrat terhadap Arus Pasang Surut di Perairan Kaliratu, Kabupaten Kebumen



Gambar 3. Wind Rose Perairan Kaliratu, Kabupaten Kebumen pada Musim Kemarau tahun 2023



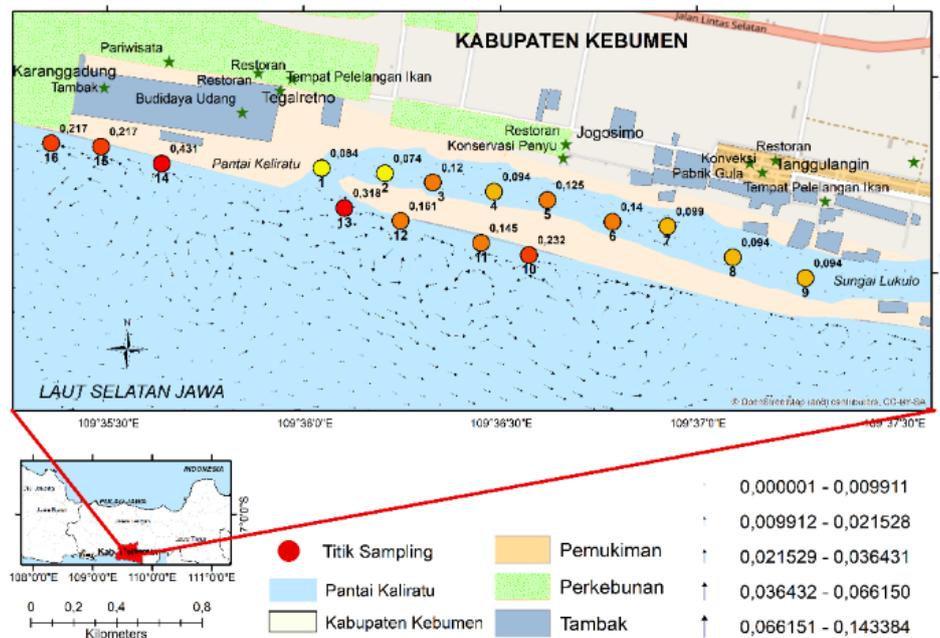
Gambar 4. Grafik Pasang Surut Perairan Kaliratu, Kabupaten Kebumen pada Agustus 2023

Hasil pengamatan konsentrasi fosfat menunjukkan kisaran 0,074-0,431 mg/L dengan rata-rata 0,165 mg/l. Di perairan sungai (stasiun 1-9), konsentrasi fosfat berkisar 0,074-0,140 mg/l, dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 6 dan terendah pada stasiun 2. Konsentrasi di perairan pantai (stasiun 10-16), berkisar 0,145-0,431 mg/l, dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 14 dan terendah pada stasiun 11. Hasil kandungan konsentrasi nitrat dapat dilihat pada Tabel 1. Secara keseluruhan, konsentrasi fosfat di Perairan Kaliratu termasuk dalam kategori eutrofik. Perairan eutrofik dicirikan oleh tingginya konsentrasi nutrisi yang diikuti dengan rendahnya tingkat penetrasi cahaya dan kandungan oksigen terlarut. Kondisi ini dapat terjadi secara alami atau dipercepat oleh aktivitas manusia, mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air yang sangat pesat.

Konsentrasi fosfat (Gambar 5) menunjukkan pola konvergen serupa dengan nitrat. Di sekitar industri tambak, stasiun 14 memiliki kadar fosfat signifikan lebih tinggi (0,217-0,431 mg/l). Pola konvergen juga terlihat pada stasiun 13 hingga stasiun 10, dengan konsentrasi tertinggi pada stasiun 13 (0,145-0,318 mg/l).

Status trofik perairan Kaliratu menunjukkan perbedaan klasifikasi antara kandungan nitrat (oligotrofik) dan fosfat (eutrofik). Ketidakseimbangan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk sumber fosfat yang tinggi dari aktivitas antropogenik dan karakteristik fosfat yang cenderung terakumulasi dalam sedimen (Adawiah *et al.*, 2021). Rasio N:P di perairan Kaliratu sebesar 1:1 menunjukkan ketidakseimbangan nutrisi, jauh dari rasio Redfield optimal (16:1). Hal ini mengindikasikan nitrogen sebagai faktor pembatas pertumbuhan organisme di perairan tersebut. Keterbatasan nitrogen ini juga dapat mempengaruhi struktur komunitas fitoplankton dan rantai makanan di ekosistem tersebut, serta berpotensi mempengaruhi keseimbangan ekologis perairan secara keseluruhan.

Dinamika lingkungan di perairan Kaliratu, meliputi pergerakan angin, pola arus, fluktuasi pasang surut, dan variasi kualitas air, menciptakan kondisi yang kondusif bagi akumulasi nutrisi. Parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, dan pH turut mempengaruhi kelarutan dan bioavailabilitas nutrisi. Berdasarkan hasil penelitian Hamuna *et al.* (2018), telah ditetapkan standar baku mutu parameter kualitas air yang optimal untuk kehidupan biota laut. Parameter tersebut meliputi suhu yang berkisar antara 28-30°C, kadar salinitas pada rentang 33-34 ppt, nilai pH antara 7-8,5. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan suhu memiliki korelasi negatif (berbanding terbalik) dengan konsentrasi nutrisi, sementara pH menunjukkan korelasi positif (berbanding lurus) (Rahmadani *et al.*, 2021). Berdasarkan data yang tersaji dalam tabel pengamatan, teridentifikasi bahwa daerah pantai memiliki kandungan nitrat dan fosfat yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sungai.



Gambar 5. Peta Sebaran Fosfat terhadap Arus Pasang Surut di Perairan Kaliratu, Kabupaten Kebumen

Pola ini berkebalikan dengan distribusi suhu, dimana daerah sungai mencatatkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pantai. Pada nilai pH sendiri tergolong stabil dengan rata-rata 8,43. Sama halnya dengan suhu, nilai salinitas pada perairan pantai jauh lebih besar dibandingkan pada perairan sungai. Hasil pengukuran salinitas yang dilakukan di perairan pantai Kaliratu, Kebumen menunjukkan kondisi yang masih berada dalam kategori optimal, karena nilai yang terukur berada dalam rentang standar baku mutu yang ditetapkan yaitu 33-34 ppt.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di Perairan Kaliratu memiliki rata-rata sebesar 0,181 mg/l, dengan kisaran 0,054 mg/L - 0,559 mg/L. Secara keseluruhan, konsentrasi nitrat di Perairan Kaliratu termasuk dalam kategori oligotrofik. Sementara itu, konsentrasi fosfat berada dalam kisaran 0,074 mg/L - 0,431 mg/L dengan rata-rata sebesar 0,165 mg/l, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori eutrofik. Nitrat lebih mudah ditemukan dalam bentuk ion yang sifatnya terlarut, sedangkan fosfat memiliki sifat yang lebih reaktif, mudah menempel dan bergabung dengan partikel-partikel di kolom perairan dan akhirnya mengalami proses pengendapan ke dasar perairan. Pola sebaran nitrat dan fosfat memiliki pola sama, yaitu membentuk pola konvergen atau memusat di beberapa stasiun. Konsentrasi nitrat dan fosfat lebih tinggi pada daerah perairan pantai, yang berkaitan karena lokasinya berdekatan dengan aktivitas budidaya udang modern. Lokasi-lokasi dengan konsentrasi tinggi ini bertindak sebagai titik fokus atau sumbu, di mana nilai-nilai konsentrasi nitrat seolah-olah mengalir atau terkonsentrasi. Pola sebaran yang terjadi dipengaruhi oleh arus musiman, yang terkait dengan angin dan musim, serta arus akibat dari pasang surut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh program Penelitian Riset Publikasi Internasional (RPI) yang dikelola oleh Universitas Diponegoro No. 609-57/UN7.D2/PP/VIII/2023

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, S. R., Amalia, V. & Purnamaningtyas, S. E. 2021. Analisis Kesuburan Perairan Di Daerah Keramba Jaring Apung Berdasarkan Kandungan Unsur Hara (Nitrat dan fosfat) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur Purwakarta. *Jurnal Kartika Kimia*, 4(2):96-105. <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i2.90>
- Aini, M. & Parmi, H. J. 2022. Analisis Tingkat Pencemaran Tambak Udang Di Sekitar Perairan Laut Desa Padak Guar Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur. *Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2):67-75. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9025>
- Alfiandy, S., Hutauruk, R. C. H. & Permana, D. S. 2020. Peran Dinamika Laut Dan Topografi Terhadap Pola Hujan Tipe Lokal di Wilayah Kota Palu. *Depik*, 9(2):173-183. <http://dx.doi.org/10.13170/depik.9.2.16106>
- Gurning, L. F. P., Nuraini, R. A. T. & Suryono. 2020. Kelimpahan Fitoplankton Penyebab Harmful Algal Bloom di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3): 251-260. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27483>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito., Maury, H. K. & Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1): 35-43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Maslukah, L., Indrayanti, E. & Rifai, A. 2014. Sebaran Material Organik dan Zat Hara Oleh Arus Pasang Surut di Muara Sungai Demaan, Jepara. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19 (4): 189-194. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.4.189-194>
- Namira, R., Harsono, G., Wirasatya, A., Sugianto, D. N. & Kamija. 2022. Pemetaan Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A untuk Menentukan Fishing Ground Potensial di Laut Maluku. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 4(1): 35-40. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- Paputungan, F., Pangemanan, N. P. L., Tumbol, R. A., Undap, S. L., Tumembouw, S. S. & Rantung, S. V. 2022. Kajian kualitas air untuk menunjang perikanan budidaya Danau Moaat, Provinsi Sulawesi Utara. *E-Journal Budidaya Perairan*, 10(2): 134-143. <https://doi.org/10.35800/bdp.10.2.2022.37130>
- Parsons, T. R., Maita, Y. & Lalli, C. M. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press Inc.

- Patty, S. I., Yalindua, F. Y. & Ibrahim, P. S. 2021. Analisis Kualitas Perairan Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Laut. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1): 113-122. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i1.7596>
- Rahmadani, P. A., Wicaksono, A., Jayanthi, O. W., Effendy, M., Nuzula, N. I., Kartika, A. G. D., Syaifullah, M., Putri, D. S. & Hariyanti, A. 2021. Analisa kadar fosfat sebagai parameter cemaran bahan baku garam pada badan sungai, muara, dan pantai di desa padelagan Kabupaten Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(4): 318-323.
- Septriono, W. A., Indrian, F., Khairunnisa, S. & Gultom, E. R. 2023. Penggunaan Mikroorganisme Akuatik pada Proses Nitrifikasi di Tambak Udang (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Maiyah*, 2(3): 233-239. <http://dx.doi.org/10.20884/1.maiyah.2023.2.3.9653>
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. 1968. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada.
- Widyaningsih, T. S. 2023. Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Bahan Koagulan Tawas Menjadi Air Bersih Dengan Biaya Rendah. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, 3(3): 1-12.
- Zainuri, M., Helmi, M., Wirasatriya, A., Yusuf, M. J., Marwoto, L. & Rasyid. 2021. *Metodologi Penelitian. Buku Ajar*. Tiga Media. 192 hal.
- 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. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.44763>
- Zainuri, M., Suryani, O. G. A., Ismanto, A., Handoyo, G., Rifai, A., Rochaddi, B., Endrawati, H., Kusumaningrum, H. P., Jihadi, M. S. & Hadibarata, T. 2024. Geospatial Modeling of the Nitrate Distribution as an Indicator of Aquatic Fertility in the Lagoon Waters of the Mangrove Information Center (PIM), Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*. 27(3): 401-407. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i3.24081>