

Analisis Konsentrasi dan Sebaran Klorofil-A di Perairan Laguna, Pekalongan**Alisha Khansa Agnadiva, Kunarso*, Muhammad Zainuri***Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro**Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia*

Email: *kunarso@lecturer.undip.ac.id

Pekalongan terletak di pesisir pantai Utara Provinsi Jawa Tengah, dengan aktivitas masyarakat berupa UMKM serta perikanan, yang menghasilkan limbah organik. Pembuangan limbah organik langsung ke sungai tanpa pengelolaan yang tepat, sehingga menghasilkan suplai nutrisi, khususnya wilayah pantai dan laguna. Unsur nutrisi tersebut akan memicu peningkatan kandungan klorofil-a sebagai indikator kesuburan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan pola distribusi klorofil-a di perairan Laguna Pekalongan. Penelitian dilakukan pada tanggal 30 Mei 2024, pada 10 titik pengamatan yang berada di laguna secara *in situ* dan sampel diolah di laboratorium. Data primer sebagai variabel yang diukur secara *in situ* adalah klorofil-a, sedangkan data variabel sekunder meliputi angin, arus dan pasang surut. Hasil analisis kandungan klorofil-a selanjutnya diolah secara deskriptif. Sedangkan persebarannya diolah dengan cara mengoverlay hasil kandungan klorofil-a pada peta arus dengan pendekatan model MIKE-21. Kandungan klorofil-a di perairan Laguna Pekalongan, Jawa Tengah berkisar antara 4,1816 – 30,7238 mg/L dengan rata-rata sebesar 13,7224 mg/L. Nilai konsentrasi klorofil-a tersebut terkait dengan suplai nutrisi di muara sungai Sengkarang dan berlanjut ke laguna sampai dengan lepas pantai. Persebaran klorofil-a secara horizontal di Laguna Pekalongan, Jawa Tengah menunjukkan nilai yang tinggi di daerah laguna dan garis pantai serta menurun di laut lepas. Hal ini sebagai pengaruh arus dengan pola dari Barat daya menuju Tenggara. Kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh arus pasang surut dan kondisi morfologi perairan laguna.

Kata kunci : Klorofil-a, Persebaran, Laguna, Pekalongan**Abstract*****Analysis of Chlorophyll-A Concentration and Distribution in Lagoon Waters, Pekalongan***

Pekalongan, located on the North Coast of Central Java, is known for its UMKM and fisheries, which produce organic waste. The direct disposal of this waste into rivers without proper treatment increases nutrient levels, particularly in coastal and lagoon areas. These nutrients contribute to higher chlorophyll-a levels, an indicator of water fertility. This study aims to assess the concentration and distribution of chlorophyll-a in Pekalongan Lagoon's waters. Conducted on May 30, 2024, the study involved collecting water samples from 10 observation points in situ, which sample were then analyzed in a laboratory. The primary data as variables in situ are chlorophyll-a, while secondary variables data includes wind, currents and tides. Chlorophyll-a data were processed descriptively, and its distribution was mapped using a MIKE-21 model overlay with current patterns. Results showed that chlorophyll-a concentrations in the lagoon ranged from 4.1816 to 30.7238 mg/L, with an average of 13.7224 mg/L. These concentrations are linked to nutrient input from the Sengkarang River, extending into the lagoon and offshore. Chlorophyll-a levels were highest near the lagoon and coastline, decreasing in the open sea, influenced by currents flowing southwest to southeast. Tidal currents and lagoon water morphology conditions further affected the distribution pattern.

Keywords: Chlorophyll-a, Distribution, Lagoon, Pekalongan**PENDAHULUAN**

Pekalongan terletak di pesisir pantai utara Jawa Tengah, dengan luas wilayah 4.525 Ha dan garis pantai sekitar 6,15 km (Qotrunada *et al.*, 2023). Perairan Pekalongan yang berupa muara sungai dan laguna dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat, termasuk limbah domestik dan cairan organik yang merusak kualitas air (Kusumaningtyas *et al.*, 2022). Limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan kesuburan

perairan dan berdampak pada organisme seperti fitoplankton. Limbah meningkatkan jumlah fitoplankton, yang mempengaruhi konsentrasi klorofil-a, pigmen hijau penting dalam ekosistem perairan. Klorofil-a berhubungan erat dengan jumlah nutrisi di perairan, yang berasal dari limbah domestik dan mempengaruhi kesuburan serta kualitas perairan (Ikhsan *et al.*, 2020). Kandungan klorofil-a menjadi indikator produktivitas primer perairan, sehingga pengukuran klorofil-a penting untuk menilai kesuburan perairan, di Laguna Pekalongan (Warnetti *et al.*, 2020).

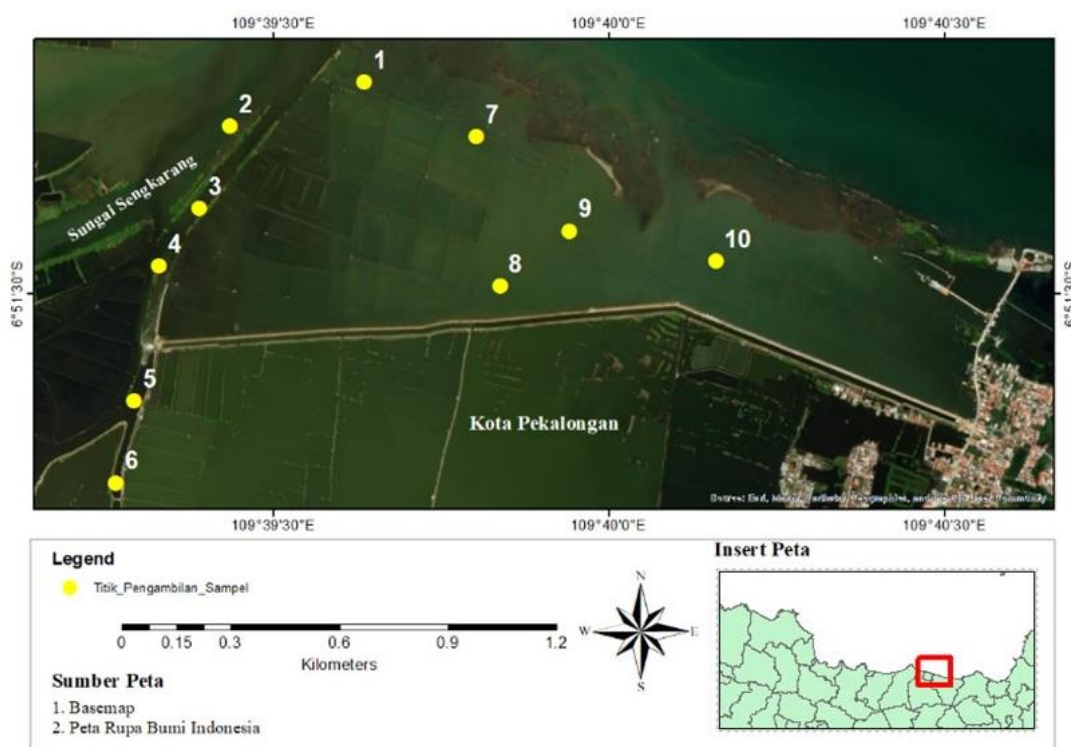
Konsentrasi klorofil-a dengan konsentrasi di atas 10 mg/m^3 dapat dikategorikan *blooming* fitoplankton, yang bisa berdampak menurunkan konsentrasi oksigen terlarut di perairan (Oktaviana *et al.*, 2023). Aktivitas manusia di sekitar Laguna Pekalongan mempengaruhi kesuburan perairan dengan meningkatkan limbah dan nutrisi, yang berujung pada tingginya konsentrasi klorofil-a (Nugraheni *et al.*, 2022). Penelitian tentang klorofil-a di perairan Pekalongan pernah dilakukan oleh Cahyo *et al.*, (2024) dan Karima *et al.*, (2024) namun sebatas di perairan pantai, sementara di khususnya badan sungai dan lokasi laguna Pekalongan belum dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji konsentrasi dan pola distribusi klorofil-a di perairan Laguna Pekalongan, termasuk badan sungai Sengkarang.

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel air secara langsung di lapangan pada 30 Mei 2024 sebanyak 10 titik pengambilan. Sampel tersebut selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk menentukan konsentrasi klorofil-a. Selain itu, data sekunder yang digunakan meliputi informasi mengenai kondisi angin, arus, dan pasang surut, yang diakses melalui Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI). Kombinasi data primer dan sekunder ini digunakan untuk mendukung analisis yang komprehensif terkait ekosistem perairan di wilayah penelitian.

Penelitian dilakukan di Laguna Pekalongan dengan metode penentuan titik lokasi pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Setiap titik stasiun pengambilan sampel diketahui koordinatnya dengan menggunakan bantuan *Global Positioning System* (GPS). Penentuan titik sampel dengan pertimbangan mampu mewakili profil wilayah penelitian; muara sungai, daerah mangrove, dan wilayah perairan laut. Sampel diambil ketika kondisi pasang menuju surut (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metoda Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a

Analisis konsentrasi klorofil-a pada sampel dilakukan menggunakan metode spektrofotometri yang sesuai dengan standar SNI 06-2412-1991. Proses pengujian dimulai dengan menyaring 1 liter sampel air menggunakan kertas saring selulosa berukuran 0,45 mikron dengan bantuan pompa vakum, dan menambahkan 3 tetes larutan $MgCO_3$ untuk menjaga stabilitas sampel. Kertas saring yang telah digunakan kemudian diekstraksi menggunakan 10 ml larutan aseton 90%, diikuti dengan proses inkubasi di lemari pendingin untuk menjaga kualitas ekstrak. Setelah itu, sampel diproses untuk pengendapan larutan tersuspensi menggunakan mesin sentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm untuk memisahkan partikel yang diinginkan. Pengukuran nilai absorbansi dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada tiga panjang gelombang, yaitu 664 nm, 645 nm, dan 630 nm, untuk mendeteksi klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a dalam sampel dihitung berdasarkan metode standar APHA (2005) menggunakan rumus yang telah ditetapkan.

$$Chl-a = 11,85 E_{664} - 1,54 E_{645} - 0,08 E_{630}$$

Dengan E merupakan energi yang diserap di tiap panjang gelombang. Nilai diatas dimasukkan ke dalam rumus:

$$mg \frac{klorofil - a}{m^3} = \frac{C \times v}{V \times d}$$

Keterangan: C = Konsentrasi klorofil-a dalam ekstrak; v = Volume aseton (ml); V = Volume sampel air yang disaring (L); d = Diameter cuvet (cm)

Metode Pengolahan Data Angin

Data angin diunduh melalui situs <https://www.ecmwf.int/> sehingga diperoleh data arah dan kecepatan angin di wilayah perairan Pekalongan. Data diunduh 1 bulan pada periode Mei 2024, kemudiandi diolah menggunakan *software Ocean Data View* (ODV) dengan resolusi spasial 100 km². Hasil dari ODV kemudian di ekstrak dalam bentuk *Microsoft Excel* untuk memunculkan data angin arah u (barat-timur) dan arah v (utara-selatan). kemudian, data ini diolah menggunakan *software Wind Rose Plot for Meteorological Data* (WRPLOT) untuk melihat data dalam bentuk *windrose* yang berupa sebaran kecepatan dan arah angin.

Metode Pengolahan Data Arus

Data arus diolah dengan bantuan dua *software*, yaitu ArcGIS 10.8 dan MIKE 21. . Data inputan terdiri atas data kedalaman perairan (batimetri), pasang surut dan angin. *Software* ArcGIS 10.8 digunakan untuk membuat *boundary* dan batimetri menggunakan data Pekalongan yang telah diunduh. , yang diunduh dari situs web batnas.big.go.id. Kemudian, data batimetri dan *boundary* ini diolah dalam MIKE 21 untuk menghasilkan peta sebaran arus, yang berupa distribusi kecepatan dan arah arus.Selanjutnya, peta sebaran arus *dioverley* dengan peta sebaran konsentrasi klorofil-a yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan (*in-situ*).

Metode Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut diambil dari data elevasi yang diperoleh melalui Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI), diakses dari situs web <https://srgi.big.go.id/>. Data diolah menggunakan metode admiralty, yang memungkinkan perhitungan komponen harmonik seperti amplitudo dan fase untuk sejumlah elemen pasang surut, yakni O1, P1, K1, N2, M2, S2, K2, M4, dan MS4. Komponen harmonik ini berperan penting dalam menganalisis berbagai parameter pasang surut, termasuk *Mean Sea Level* (MSL), *High Water Level* (HWL), dan *Low Water Level* (LWL). Selain itu, dihitung bilangan formzahl untuk menentukan tipe pasang surut yang berlaku di wilayah penelitian, dengan rumus :

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Keterangan: F = bilangan Formzahl

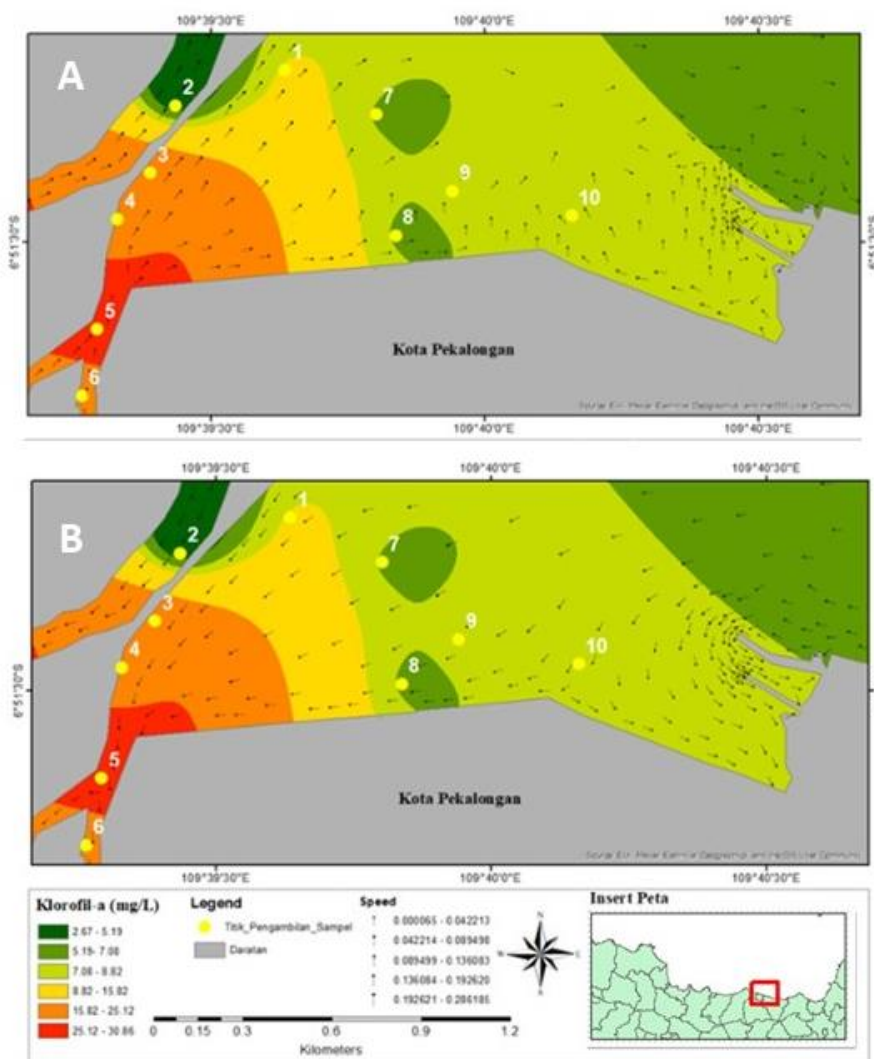
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi dan Sebaran Klorofil-a di Laguna, Pekalongan

Konsentrasi klorofil-a di Laguna Pekalongan bervariasi antara 4,1816 hingga 30,7238 mg/L. Konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun 5 (30,7238 mg/L), yang terletak dekat garis pantai, sementara konsentrasi terendah berada di stasiun 2 (4,1816 mg/L), yang berlokasi lebih jauh dari pantai. Rata-rata

konsentrasi klorofil-a di seluruh stasiun adalah 13,7224 mg/L. Data lengkap mengenai nilai klorofil-a dapat ditinjau dalam Tabel 1, dan peta sebaran konsentrasi ditampilkan dalam Gambar 2.

Laguna Pekalongan menunjukkan kondisi perairan yang subur, yang tampak dari nilai klorofil-a yang tinggi. Nilai Klorofil-a pada stasiun 3,4,5, dan 6 mempunyai rata-rata tinggi berkisar diantara 19,2183 -30,7238 mg/L. Hal ini dikarenakan stasiun-stasiun tersebut berada di dekat mulut Sungai Sengkarang, sehingga kandungan klorofil-a tersebut berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi. Nilai nutrisi yang diduga tinggi, bersumber dari pelapukan batuan di pegunungan dan daratan, yang masuk ke perairan melalui transportasi sungai, seperti dijelaskan oleh Maylanda *et al.* (2023). Selain itu, aktivitas manusia seperti tambak, pelelangan ikan, penangkapan ikan, dan pembuangan limbah organik dari pompa air juga memberikan kontribusi nutrisi tambahan, sebagaimana diperkuat oleh penelitian Nugrahaeni *et al.* (2022). Nutrien yang terbawa dari hulu ke muara sungai, lalu ke perairan laut, berperan penting dalam perkembangan fitoplankton. Fitoplankton memanfaatkan nutrisi ini dalam proses fotosintesis, yang memungkinkan pertumbuhan dan reproduksi yang pesat. Peningkatan jumlah fitoplankton akan berkontribusi pada peningkatan konsentrasi klorofil-a di perairan, mencerminkan tingginya produktivitas ekosistem laguna. Sementara itu, konsentrasi klorofil-a rendah terletak area laut yang jauh dari pantai. Stasiun yang berada di laut lepas cenderung mempunyai nilai konsentrasi klorofil-a yang lebih rendah, dikarenakan semakin jauh dari daratan maka semakin rendah juga kandungan klorofil-a dikarenakan tidak adanya suplai nutrisi ke dalam perairan.



Gambar 2. Distribusi Klorofil-a dan pola sebaran arus laut pada saat surut (A) dan saat pasang (B)

Tabel 1. Hasil Analisis Konsentrasi Klorofil-a

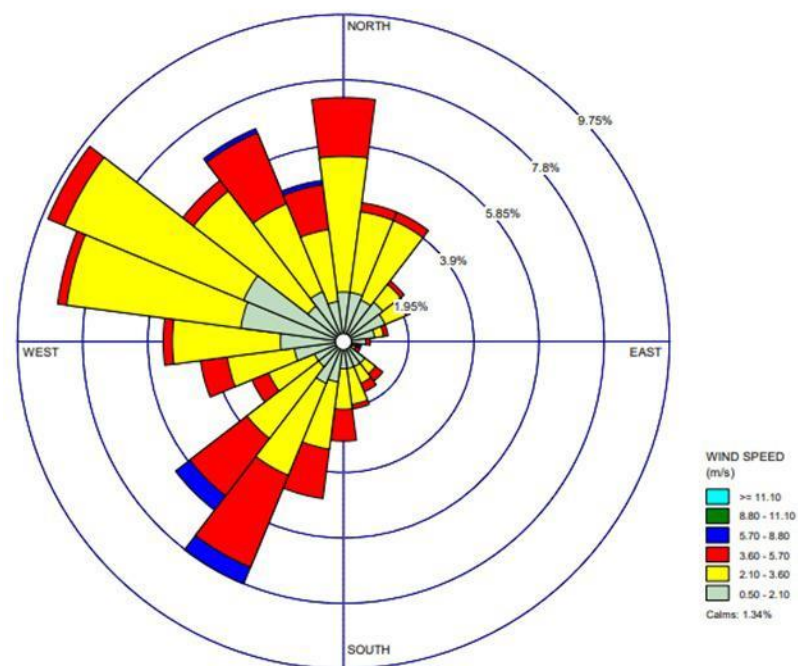
No	Stasiun	Latitude	Longitude	Chl-a (µg/L)
1	1	-6.85307	109.660594	9,0547
2	2	-6.85416	109.657256	4,1816
3	3	-6.85621	109.656492	23,6643
4	4	-6.85764	109.655492	21,1384
5	5	-6.861	109.654875	30,7238
6	6	-6.86305	109.667161	19,2183
7	7	-6.85443	109.663378	6,9296
8	8	-6.85814	109.663967	6,8939
9	9	-6.85678	109.665697	7,7615
10	10	-6.85753	109.669339	7,6578
Rerata				13,72239

Dijelaskan juga berdasarkan penelitian Karima *et al.* (2024), di Muara Sungai Bedahan Pekalongan bahwa konsentrasi klorofil-a menurun dari muara menuju laut lepas. Berdasarkan klasifikasi kesuburan perairan menurut Feng *et al.* (2024), bahwa tingkat kesuburan perairan pesisir dibagi berdasarkan konsentrasi klorofil-a < 1 mg/L diklasifikasikan tergolong perairan ultra oligotrofik atau perairan yang sangat kurang subur, nilai konsentrasi klorofil-a 1,0 – 2,5 mg/L termasuk dalam kategori oligotrofik atau kurang subur, nilai konsentrasi klorofil-a 2,5 - 8 mg/L tergolong sebagai perairan mesotrofik atau tingkat sedang, nilai konsentrasi klorofil-a 8 – 25 mg/L diklasifikasikan sebagai perairan eutrofik, dan jika nilai konsentrasi klorofil-a > 25 mg/L diklasifikasikan sebagai hipertrofik atau tercemar. Laguna Pekalongan sebagian besar termasuk dalam kategori eutrofik, yang mendukung pertumbuhan fitoplankton. Stasiun 5 dengan konsentrasi klorofil-a lebih dari 30 mg/L pada muara dikategorikan sebagai hipertrofik.

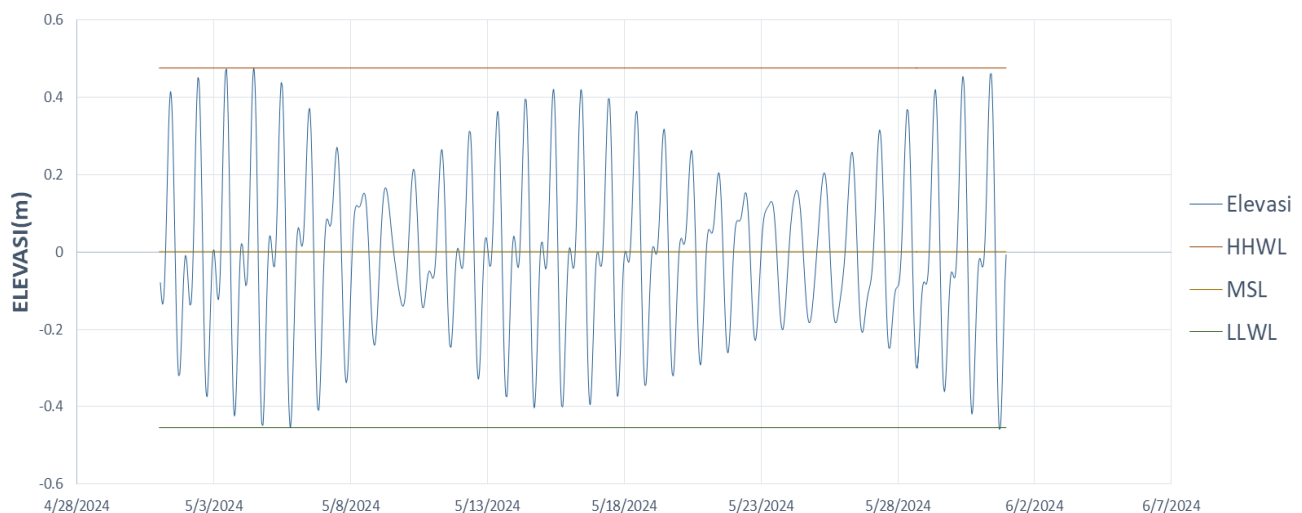
Pola sebaran konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pergerakan arus yang berkaitan dengan angin. Pengaruh arus terhadap persebaran klorofil-a di Laguna Pekalongan cenderung kecil, karena kecepatan arus di kawasan ini rendah, berkisar antara 0,000003 hingga 0,208220 m/s. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rochaddi *et al.* (2021), yang menyatakan bahwa meskipun arus dapat mengangkut materi terlarut, pengaruhnya di perairan dengan kecepatan rendah seperti ini tidak signifikan. Meski demikian, arus tetap berkontribusi pada distribusi nutrisi dan klorofil-a di laguna. Pola arus dominan menunjukkan pergerakan dari arah barat laut menuju tenggara. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi terdeteksi di stasiun 3, 4, 5, dan 6, yang berada dekat dengan muara. Hal ini terjadi karena arus mengalami pembelokan saat melewati muara, sehingga klorofil-a terkumpul di area tersebut. Setelah itu, arus bergerak ke arah tenggara dengan kecepatan yang menurun, sehingga konsentrasi klorofil-a berkurang di stasiun yang lebih jauh dari muara, seperti stasiun 8, 9, dan 10.

Musim yang terjadi pada saat pengambilan data yaitu bulan Mei, adalah Musim Peralihan 1. Angin mengalami perubahan arah dari Barat ke Tenggara dengan kecepatan 2,10-3,60 m/s. Hasil dari data angin bulan Mei 2024 berupa *windrose* yang menunjukkan arah dominan angin pada musim peralihan satu ditunjukkan dalam Gambar 3, cenderung ke barat laut dan Sebagian ke barat daya Angin menggerakkan arus ke arah tenggara yang menyebabkan konsentrasi klorofil-a tinggi berkumpul di daerah muara.

Distribusi konsentrasi klorofil-a juga dipengaruhi oleh pasang surut, yang dapat mengubah arah arus dan memengaruhi penyebaran nutrisi di perairan. Pasang surut terjadi akibat perbedaan gaya gravitasi yang disebabkan oleh perubahan posisi relatif antara bulan dan matahari terhadap permukaan bumi (Zainuri *et al.*, 2022). Pengambilan data lapangan pada saat bulan sampling, yaitu Mei, pasang surut di Laguna Pekalongan tergolong tipe campuran yang cenderung diurnal, dengan nilai formzahl sebesar 2,0147. Kondisi pasang surut ini ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Hasil Windrose di Pekalongan bulan Mei 2024



Gambar 4. Grafik Pasang Surut di Pekalongan bulan Mei 2024

Pasang surut berperan dalam mengangkut zat terlarut di perairan dan mempengaruhi distribusi nutrisi. Konsentrasi klorofil-a tertinggi ditemukan di area muara, terutama saat kondisi perairan surut. Perpindahan nutrisi dari daerah pesisir menuju laut lepas terjadi pada saat surut. Maslukah *et al.* (2020) menjelaskan bahwa daerah muara mengalami pertukaran massa air secara terus-menerus akibat pengaruh pasang surut. Proses ini menyebabkan resuspensi massa air yang berasal dari aliran sungai bertemu dengan massa air dari lautan, yang memperkaya kandungan materi terlarut di daerah tersebut. Arus di perairan ini didominasi oleh siklus pasang surut. Pergerakan arus pasang surut bersifat bolak-balik, bergerak dalam satu arah sebelum berbalik ke arah sebaliknya, dan menunjukkan pola perubahan pada interval waktu tertentu (Shidqirrohmah *et al.*, 2024). Ketika

air pasang, massa air mengalir masuk ke Laguna Pekalongan, sedangkan saat surut, air mengalir keluar menuju Laut Jawa. Pengambilan sampel air dilakukan pada saat perairan berada dalam fase pasang menuju surut.

KESIMPULAN

Kandungan klorofil-a di perairan Laguna Pekalongan, Jawa Tengah, berada dalam rentang 4,1816–30,7238 mg/L dengan rata-rata konsentrasi sebesar 13,7224 mg/L. Secara horizontal, distribusi klorofil-a di laguna ini diduga dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik, seperti penangkapan ikan, kegiatan tambak, dan pembuangan limbah rumah tangga. Persebaran klorofil-a menunjukkan konsentrasi tertinggi di area muara sungai, sementara konsentrasi cenderung menurun menuju laut lepas. Pola persebaran ini dipengaruhi oleh faktor pasang surut, arus, dan angin, dengan arus yang bergerak dari barat daya menuju tenggara dan memiliki kecepatan antara 0,000003–0,208220 m/s. Distribusi klorofil-a di Laguna Pekalongan merupakan hasil interaksi antara pasang surut, arus, angin, dan kondisi batimetri garis pantai laguna. Faktor-faktor ini secara bersama-sama menentukan pola persebaran klorofil-a di wilayah tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, D. M. N., Indrayanti, E., & Maslukah, L. 2024. Pola Distribusi Klorofil-a di Perairan Pekalongan-Kendal. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(1): 01-08.
- Feng, M., Li, W., Huang, X., Hou, W., & Yu, J. 2024. *Distribution Characteristics and Driving Factors of Chlorophyll a and Pollutants in the Liugu Estuary. Water, Air, & Soil Pollution*, 235(8): 490-500.
- Ikhsan, M. K., Rudiyaniti, S., & Ain, C. 2020. Hubungan antara Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 9(1): 23-30.
- Karima, Z., Sugianto, D. N., & Zainuri, M. 2024. Konsentrasi dan Sebaran Klorofil-A Sebagai Indikator Kesuburan Perairan di Perairan Muara Sungai Bedahan, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(1): 23-32.
- Kusumaningtyas, N. F., Haeruddin, H., & Solichin, A. 2022. Penentuan Status Mutu Air Sungai Pekalongan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran (IP) dan CCME. *Jurnal Pasir Laut*, 6(2): 81-87.
- Maslukah, L., Zainuri, M., Wirasatriya, A., & Maisyarah, S. 2020. The Relationship among Dissolved Inorganic Phosphate, Particulate Inorganic Phosphate, and Chlorophyll-a in Different Seasons in the Coastal Seas of Semarang and Jepara. *J. Ecol. Eng.* 2020; 21(3):135-142. doi.org/10.12911/22998993/118287
- Maylanda, D. A., Paryono, P., & Rahman, I. 2023. Studi Kandungan Dan Sebaran Nutrien Pada Perairan Teluk Swage, Lombok Timur. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4):1225-1234.
- Nugraheni, A. D., Zainuri, M., Wirasatriya, A., & Maslukah, L. 2022. Sebaran Klorofil-a secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2): 221-230.
- Oktaviana, C. I., Muskananfolo, M. R., & Purnomo, P. W. 2023. Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Klorofil-a, Nitrat dan Ortofosfat di Pantai Pasir Putih Wates, Kaliori, Rembang. *Life Science*, 12(1): 40-51.
- Qotrunada, Y. A., Suryoputra, A. A. D., & Kunarso, K. 2023. Analisis Distribusi Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(2): 141-150.
- Rochaddi, B., Ismanto, A., Suryono, C. A., & Widada, S. 2021. Variasi Temporal Karakteristik Arus di Perairan Tanjung Jati, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2): 255–264.
- Shidqirrohman, N., Handoyo, G., & Ismanto, A. 2024. Studi Pola Arus di Kawasan Muara Sungai Banger Kota Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(1): 39-48.
- Warnetti, S. W., Pattiasina, T. F., & Saleh, F. I. 2020. Distribusi Spasial Klorofil-a di Laguna Kabori Kabupaten Manokwari. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 3(1), 77-85.
- Zainuri, M., Helmi, M., Novita, M. G. A., Kusumaningrum, H. P., & Koch, M. 2022. Improved Performance of Geospatial Model to Access the Tidal Flood Impact on Land Use by Evaluating Sea Level Rise and Land Subsidence Parameters. *Journal of Ecological Engineering*, 23(2):1-11.