

Konsentrasi dan Sebaran Klorofil-A di Muara Sungai Mrican, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah

Afroh Amalya*, Elis Indrayanti, Gentur Handoyo, Muhammad Zainuri

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *afroh.amalia@gmail.com

Abstrak

Muara Sungai Mrican di Perairan Pekalongan dimanfaatkan untuk pemukiman, budidaya ikan, dan industri sehingga berpotensi menghasilkan limbah organik dan mempengaruhi konsentrasi klorofil-a sebagai indikator kesuburan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi dan sebaran klorofil-a serta menganalisis korelasinya dengan suhu, salinitas, pH, DO. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pengambilan sampel air dan data parameter kualitas perairan secara in situ di 28 titik lokasi pada 30 Mei 2024 pukul 07.00 – 12.00 WIB. Korelasi klorofil-a dengan suhu, salinitas, pH, dan DO dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, konsentrasi klorofil-a menunjukkan kisaran antara 2.6329 – 30.5967 mg/L. Konsentrasi klorofil-a tersebut berkaitan erat dengan suplai nutrisi, hasil degradasi limbah organik pada perairan Mrican. Konsentrasi klorofil-a menunjukkan nilai yang tinggi di wilayah muara dan menurun saat menjauh dari pantai. Klorofil-a memiliki korelasi positif dengan suhu, serta berkorelasi negatif dengan salinitas, pH, dan DO, yaitu perairan dengan salinitas, pH, dan DO.

Kata kunci: Klorofil-a, Persebaran, Parameter Kualitas Perairan, Muara Sungai Mrican, Pekalongan

Abstract

Concentration and Distribution of Chlorophyll-A in the Mrican River Estuary, Pekalongan Regency, Central Java

The Mrican River estuary in Pekalongan Waters is used for settlements, fish farming, and industry so that it has the potential to produce organic waste and affect the concentration of chlorophyll-a as an indicator of water fertility. This study aims to identify the concentration and distribution of chlorophyll-a and analyze its correlation with temperature, salinity, pH, DO. The method used in this study is a quantitative method by taking water samples and water quality parameter data in situ at 28 locations on May 30, 2024 at 07.00 - 12.00 WIB. The correlation of chlorophyll-a with temperature, salinity, pH, and DO was analyzed using Pearson correlation. Based on the results of the study, the concentration of chlorophyll-a showed a range between 2.6329 - 30.5967 mg / L. The concentration of chlorophyll-a is closely related to the supply of nutrients, the result of the degradation of organic waste in Mrican waters. The concentration of chlorophyll-a showed a high value in the estuary area and decreased as it moved away from the coast. Chlorophyll-a has a positive correlation with temperature, and a negative correlation with salinity, pH, and DO, namely waters with salinity, pH, and DO.

Keywords: Chlorophyll-a, Distribution, Water Quality Parameters, Mrican River Estuary, Pekalongan

PENDAHULUAN

Muara Sungai Mrican merupakan sungai yang bermuara di Perairan Pekalongan. Muara Sungai Mrican dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk pemukiman, budidaya ikan, dan kegiatan industri yang berdampak akan menghasilkan limbah organik. Limbah ini terbawa air sungai yang kemudian akan terakumulasi di muara, sehingga dapat meningkatkan kandungan nutrisi di perairan (Li *et al.*, 2025). Nutrien ini berasal dari degradasi bahan organik, baik dari perairan itu sendiri maupun limbah rumah tangga (Nugraheni *et al.*, 2020). Peningkatan nutrisi dapat meningkatkan konsentrasi klorofil-a yang berperan sebagai indikator kesuburan perairan melalui proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Zainuri & Dwidayati (2020) bahwa kesuburan perairan merupakan hasil dari jumlah total nutrisi yang tersedia di perairan, serta jumlah dari nutrisi tersebut akan dimanfaatkan dalam proses fotosintesis.

Kesuburan perairan sangat penting bagi kehidupan biota laut dan dapat diukur dengan klorofil-a (Pallavi *et al.*, 2024). Konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh beberapa parameter kualitas perairan, seperti suhu, DO,

pH, salinitas serta intensitas cahaya dan nutrisi (Mageswaran & Ponnusamy, 2025). Intensitas cahaya yang tinggi dan nutrisi yang melimpah dapat mendukung fotosintesis fitoplankton, sehingga meningkatkan konsentrasi klorofil-a (Yuan *et al.*, 2021). Beberapa penelitian di muara sungai Pekalongan menunjukkan bahwa titik sampel yang dekat pantai memiliki konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan yang berada di laut lepas. Penelitian di Muara Sungai Loji (Wardani *et al.*, 2024) mencatat nilai klorofil-a antara 1,494 – 3,788 mg/L, di Muara Sungai Bedahan (Karima *et al.*, 2024) antara 0,153 – 9,371 mg/L, dan di Pantai Slamaran (Qotrunada *et al.*, 2023) antara 0,5064 – 1,4970 mg/L. Penelitian mengenai klorofil-a di Muara Sungai Mrican belum dilakukan. Karena banyaknya aktivitas manusia di sekitar muara, penting untuk memantau konsentrasi klorofil-a untuk mengetahui status kesuburan di perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran klorofil-a di Muara Sungai Mrican serta korelasinya dengan parameter kualitas perairan seperti suhu, salinitas, pH, dan DO pada musim peralihan 1 yang diwakili 30 Mei 2024.

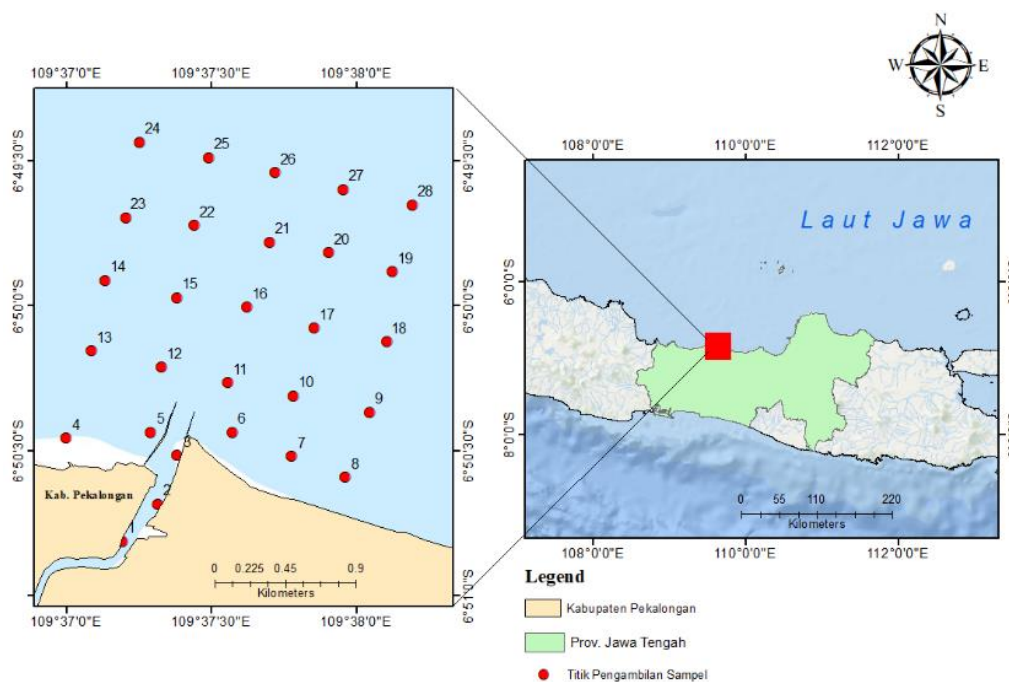
MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Muara Sungai Mrican pada tanggal 30 Mei 2024 pukul 07:00 – 12:00 WIB. Metode pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data primer didapat melalui pengambilan data *in situ*, seperti parameter kualitas perairan dan sampel air untuk mengukur konsentrasi klorofil-a. Sementara, data sekunder mencakup data pasang surut yang dianalisis menggunakan data BIG. Penentuan lokasi sampel menggunakan *purposive sampling* dengan 28 titik sampling dan jarak setiap titik adalah 100 m yang tersebar menuju ke daerah laut. Metode *purposive sampling* adalah metode yang berdasarkan pertimbangan tertentu dari peneliti dalam menentukan lokasi pengambilan sampel (Sugiyono 2011). Penentuan titik stasiun sampel harus mempertimbangkan kondisi daerah penelitian sehingga lokasi yang diambil dapat mempresentasikan kondisi perairan sekitar. Dimana, pada stasiun 1 – 3 mewakili kondisi sungai dan muara, stasiun 4 – 18 mewakili wilayah yang masih dipengaruhi oleh fisika dan kimia oseanografi garis pantai, dan stasiun 19 - 28 mewakili wilayah laut.

Metode Analisis Sampel Klorofil-a

Sampel klorofil-a dianalisis menggunakan metode spektrofotometer yang telah sesuai dengan standar SNI 06-4157-1996. Air sampel sebanyak 1 liter dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring berukuran 0,45 mikron dengan bantuan alam vacuum pump. Setelah itu, sampel yang dimasukkan ke dalam vacuum pump ditambahkan 3 tetes larutan $MgCO_3$. Kertas saring yang mengandung klorofil-a diekstraksi di dalam tabung



Gambar 1. Titik Stasiun Pengambilan Sampel

Tabel 1. Klasifikasi Hasil Korelasi Pearson Ismunarti *et al.* (2020).

Rentang Nilai	Keterangan
0 – 0,19	Kategori lemah
0,2 – 0,39	Kategori sedang
0,40 – 0,59	Kategori cukup kuat
0,60 – 0,79	Kategori kuat
0,80 – 1,00	Kategori sangat kuat

reaksi dengan menambahkan 10 ml aseton 90%. Tabung reaksi kemudian ditutup dengan aluminium foil dan diinkubasi di lemari pendingin dengan suhu 5°C selama 14-16 jam. Setelah ekstraksi, sampel diolah menggunakan mesin sentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 hingga 45 menit. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam cuvet 2,5 ml dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 664, 645, dan 630 nm. Perhitungan konsentrasi klorofil-a dihitung dengan metode standar APHA (2005) melalui persamaan sebagai berikut:

$$Chl - a = 11,85 E664 - 1,54 E647 - 0,08 E630$$

Dengan E adalah energi penyerapan di tiap panjang gelombang. Nilai diatas dimasukkan ke dalam rumus:

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

dimana C adalah konsentrasi klorofil-a dalam ekstrak, v adalah volume aseton (ml), V adalah volume sampel air yang disaring (L), d adalah diameter cuvet (cm).

Metode Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari data elevasi yang diunduh melalui Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) di website <https://srgi.big.go.id/>. Pengunduhan data disesuaikan dengan waktu penelitian, yaitu Bulan Mei 2024 di Perairan Pekalongan dalam interval waktu perjam. Selanjutnya, data diolah menggunakan metode admiralty di *Microsoft Excel* untuk menghasilkan komponen harmonik (Pasaribu *et al.*, 2022). Komponen harmonik tersebut digunakan untuk mendapatkan grafik pasang surut serta nilai Formzahl sebagai penentu tipe pasang surut yang terjadi di muara sungai Mrican.

Metode Analisis Korelasi Variabel

Analisis korelasi antara klorofil-a dan parameter kualitas perairan dianalisis menggunakan aplikasi *SPSS Statistics 24* dengan fitur *Pearson Correlation* (Schober *et al.*, 2018). Fitur ini digunakan untuk menentukan tingkat korelasi antara variabel *independen* dan *dependen*, serta apakah korelasi tersebut signifikan atau tidak. Pengklasifikasian hasil dari korelasi Pearson ini dapat dilihat pada tabel berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

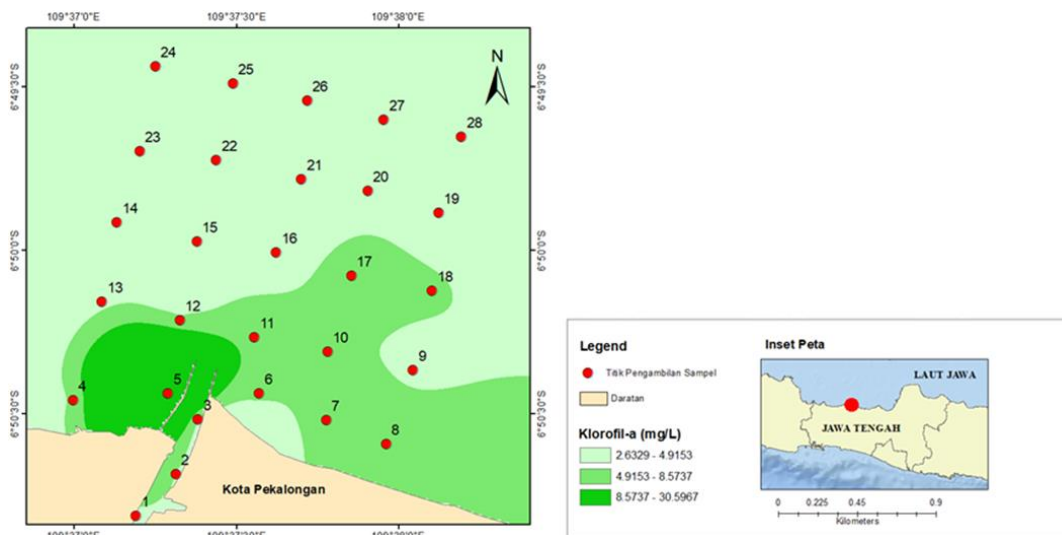
Analisis Konsentrasi dan Persebaran Klorofil-a

Konsentrasi klorofil-a di Muara Sungai Mrican menunjukkan kisaran antara 2,6329 – 30,5967 mg/L dengan nilai konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 26 yaitu 2,6329 mg/L, sementara nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun 5 yaitu 30,5967 mg/L. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terdapat di sekitar muara sungai terutama di stasiun 5. Persebaran klorofil-a menyebar hingga ke arah laut yang menyebabkan penurunan nilai konsentrasi klorofil-a. Hasil dari analisis laboratorium konsentrasi klorofil-a yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 2 dan peta sebaran konsentrasi ditampilkan pada Gambar 2.

Nilai konsentrasi klorofil-a tinggi di muara diduga disebabkan oleh aktivitas antropogenik di sekitar muara. Aktivitas ini menghasilkan limbah organik yang meningkatkan kandungan nutrisi dan berperam sebagai hasil degradasi oleh mikroba. Nutrien yang meningkat digunakan oleh fitoplankton dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga konsentrasi klorofil-a di muara menjadi tinggi. Konsentrasi klorofil-a di sepanjang garis pantai berkisar antara 4,9153 – 8,5737 mg/L. Nilai ini menunjukkan penurunan ketersediaan nutrisi di wilayah pantai jika dibandingkan dengan wilayah muara yang diduga akibat dari pencampuran air laut serta air tawar. Selain itu, faktor seperti kedangkalan perairan utara dan *run off* dari

Tabel 1. Hasil Analisis Konsentrasi Klorofil-a

Stasiun	Longitude	Latitude	Konsentrasi Klorofil-a
1	109.61985	-6.84690	4,4858
2	109.62189	-6.84475	4,9598
3	109.62302	-6.84196	5,0947
4	109.61663	-6.84098	6,112
5	109.62149	-6.84064	30,5967
6	109.62618	-6.84063	5,7737
7	109.62961	-6.84202	6,5868
8	109.63270	-6.84322	7,7242
9	109.63406	-6.83947	4,28
10	109.62969	-6.83853	5,1812
11	109.62592	-6.83777	7,2851
12	109.62211	-6.83689	5,6925
13	109.61810	-6.83596	3,9026
14	109.61888	-6.83190	3,5534
15	109.62298	-6.83288	4,4694
16	109.62705	-6.83344	3,6727
17	109.63090	-6.83464	5,98
18	109.63505	-6.83542	5,1804
19	109.63537	-6.83141	3,5005
20	109.63175	-6.83030	4,0282
21	109.62834	-6.82969	2,94
22	109.62397	-6.82874	2,6337
23	109.62005	-6.82828	3,6103
24	109.62084	-6.82396	3,2627
25	109.62484	-6.82483	3,3648
26	109.62864	-6.82571	2,6329
27	109.63257	-6.82666	3,159
28	109.63655	-6.82754	3,1606



Gambar 2. Peta Sebaran Konsentrasi Klorofil-a (mg/L)

sungai juga berperan dalam penurunan konsentrasi klorofil-a di Perairan Jawa (Cahyo *et al.*, 2024). Di laut lepas, konsentrasi klorofil-a cenderung rendah karena pengaruh suhu, salinitas, pH, dan DO yang mempengaruhi pengendapan nutrien. Klorofil-a berhubungan erat dengan kandungan nutrien yang mendukung fotosintesis, sehingga menjadi indikator penting bagi produktivitas primer perairan. Produktivitas primer

perairan mempengaruhi kesuburan perairan, namun nilai klorofil-a tinggi tidak selalu menandakan perairan subur. Menurut Feng *et al.* (2024), perairan diklasifikasikan berdasarkan konsentrasi klorofil-a: <1 mg/L (ultra oligotrofik), 1,0 – 2,5 mg/L (oligotrofik), 2,5 – 8 mg/L (mesotrofik), 8–25 mg/L (eutrofik), dan >25 mg/L (hipertrofik). Hasil penelitian menunjukkan kesuburan perairan di Muara Sungai Mrican sebagian besar termasuk kategori mesotrofik, dengan cukup nutrisi untuk mendukung fitoplankton. Namun, stasiun 5 masuk dalam kategori hipertrofik karena konsentrasi klorofil-a >30 mg/L, yang menunjukkan kelebihan nutrisi dan penurunan kualitas perairan.

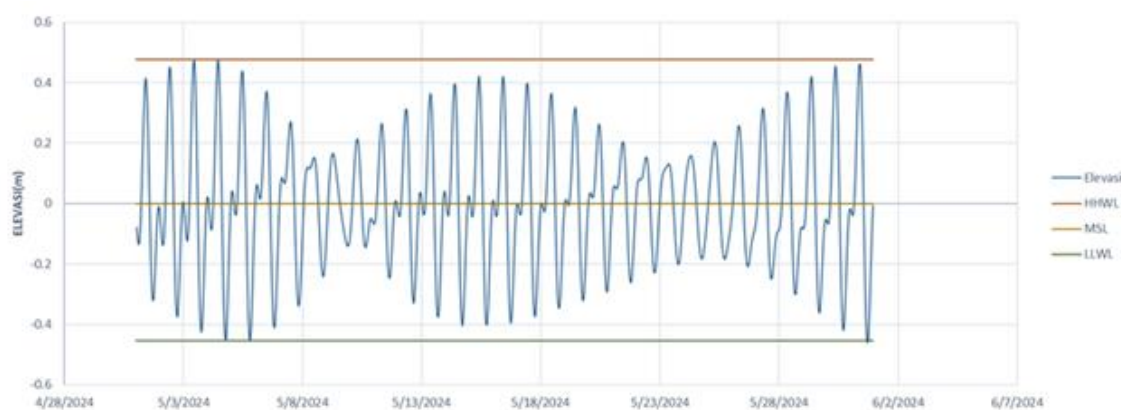
Pola sebaran klorofil-a juga dipengaruhi oleh pasang surut. Faktor fisik seperti pasang surut mempengaruhi konsentrasi dan sebaran klorofil-a, karena perbedaan densitas air tawar dan laut. Pasang surut terjadi akibat gaya gravitasi yang dipengaruhi posisi bulan dan matahari. Berdasarkan grafik pasang surut bulan Mei diketahui bahwa tipe pasang surut di lokasi kajian adalah campuran condong harian tunggal atau terjadi satu kali pasang dan surut dalam sehari. Pengambilan sampel air dilakukan saat pasang menuju surut, dengan konsentrasi klorofil-a tertinggi di muara (stasiun 5) terjadi saat perairan surut, tepatnya pukul 11:56 WIB. Pada kondisi ini, aliran air sungai lebih besar dari aliran laut, mengakibatkan akumulasi nutrisi di muara yang mendukung peningkatan konsentrasi klorofil-a. Penelitian Nugraheni *et al.* (2022) juga menyebutkan bahwa saat surut, air sungai yang kaya nutrisi mengalir ke laut, mendukung pertumbuhan fitoplankton. Kondisi pasang ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Parameter Kualitas Perairan

Konsentrasi klorofil-a dalam perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter kualitas perairan, berupa suhu, salinitas, pH dan DO, yang mendukung kehidupan fitoplankton. Data parameter kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel 3 dan hasil korelasi antara klorofil-a dengan parameter kualitas perairan disajikan pada Tabel 4.

Suhu di penelitian ini berkisar antara 29°C hingga 35,1°C, dengan suhu tertinggi di stasiun 5 dan 7 sebesar 35,1°C, sedangkan suhu terendah di stasiun 20 sebesar 29°C. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi positif antara suhu dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = 0,599$) dengan maksud bahwa apabila suhu permukaan laut di muara sungai mrican tinggi maka konsentrasi klorofil-a juga cenderung tinggi. Hal ini dikarenakan suhu mempengaruhi fotosintesis fitoplankton, dimana laju fotosintesis akan meningkat seiring kenaikan suhu. Suhu optimal untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 20-30°C (Alhaq *et al.*, 2021). Berdasarkan data yang diolah, suhu di setiap stasiun menunjukkan sedikit pengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton, namun masih berada dalam rentang suhu yang dapat ditoleransi dengan baik oleh plankton yaitu hingga 35°C (Zainuri *et al.*, 2023).

Hasil penelitian menunjukkan salinitas di Muara Sungai Mrican berkisar antara 13-30 ppt, dengan salinitas terendah di muara (13 ppt) dan tertinggi di laut lepas (30 ppt). Terdapat korelasi negatif antara salinitas dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = -0,411$). Pada wilayah perairan dengan salinitas rendah cenderung memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh aliran air sungai yang membawa nutrisi ke pesisir, mendukung fotosintesis dan meningkatkan klorofil-a. Sebaliknya, salinitas tinggi di laut lepas menghambat fotosintesis fitoplankton.



Gambar 3. Grafik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan Mei 2024

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Perairan.

Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	DO (mg/l)
1	31,8	14	8,48	8,56
2	32,1	14	8,43	9,18
3	32,4	14	8,48	9,24
4	32,2	13	8,4	10,32
5	35,1	13	8,4	8,17
6	34,1	15	8,62	9,93
7	35,1	20	8,63	7,18
8	33,4	23	8,61	10,32
9	31	25	8,58	7,55
10	31,2	23	8,61	10,33
11	31	27	8,56	7,59
12	31,5	15	8,4	9,64
13	33	18	8,44	9,67
14	30,6	28	8,6	8,24
15	30,3	19	8,42	7,32
16	30,3	20	8,4	7,33
17	31,1	28	8,59	10,19
18	30,3	28	8,61	10,76
19	29,2	27	8,57	8,41
20	29	25	8,57	8,8
21	29,4	29	8,65	8,47
22	29,2	29	8,7	8,3
23	29,3	30	8,72	8,92
24	30,6	29	8,68	8,55
25	30,5	28	8,67	8,89
26	29,7	26	8,7	10,19
27	30	25	8,63	10,6
28	29,4	27	8,65	10,82

Tabel 4. Hasil Korelasi Pearson.

		Klorofil-a	Suhu	Salinitas	pH	DO
Klorofil-a	<i>Pearson</i>	1	.599**	-.411*	-.379*	-.125
	<i>Correlation</i>					
	Sig. (2-tailed)		<.001	0.30	.047	.527
	N	28	28	28	28	28

Nilai pH di Muara Sungai Mrican berkisar antara 8,4–8,72. Hasil analisis menunjukkan korelasi negatif antara pH dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = -0,379$), dengan maksud bawah di wilayah kajian pH tinggi memiliki konsentrasi klorofil-a lebih rendah. pH lebih rendah ditemukan di dekat pesisir, kemungkinan dipengaruhi oleh masuknya air tawar yang mengandung zat organik yang membusuk dan mempengaruhi penurunan pH. Kadar oksigen terlarut (DO) di Muara Sungai Mrican memiliki kisaran antara 7,18 – 10,82. Hasil analisis menunjukkan korelasi negatif antara DO dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = -0,125$), yang berarti perairan dengan oksigen terlarut tinggi memiliki nilai konsentrasi klorofil-a yang rendah. Kadar DO dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pencampuran air, fotosintesis, respirasi, dan limbah. Limbah yang masuk ke perairan meningkatkan aktivitas mikroorganisme, yang mengurangi kadar DO. Selain itu, suhu juga mempengaruhi kadar DO, dengan suhu lebih rendah meningkatkan kandungan oksigen terlarut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap persebaran konsentrasi klorofil-a di Muara Sungai Mrican pada musim peralihan 1 disimpulkan bahwa nilai konsentrasi klorofil-a berkisar antara 2,6329 – 30,5967 mg/L. Sebaran klorofil-a menunjukkan nilai yang tinggi di muara sungai dan semakin jauh dari pantai maka nilai konsentrasi semakin kecil. Klorofil-a memiliki korelasi positif dengan suhu, yaitu konsentrasi klorofil-a cenderung tinggi saat suhu tinggi. Namun, klorofil-a berkorelasi negatif dengan salinitas, pH, dan DO, yaitu perairan dengan salinitas, pH, dan DO tinggi maka konsentrasi klorofil-a cenderung rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan penelitian ini didanai oleh program Riset Publikasi Internasional Bereputasi Tinggi (RPIBT) No. 609-115/UN7.D2/PP/VIII/2023, 18 Agustus 2023; No. 609-115/UN7.D2/PP/VII/2024, 4 Juli 2024 dan Hibah Penelitian dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Atas bantuannya kami ucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhaq, M. S., Suryoputro, A. A. D., Zainuri, M., Muslim, M. & Marwoto, J. 2021. Analisa Sebaran Klorofil-a dan Kualitas Air di Perairan Pulau Sintok, Karimunjawa, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4): 332-343. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.11728>.
- American Public Health Association (APHA). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21st ed., 1220 p). American Public Health Association. Washington DC.
- Cahyo, D. M. N., Indrayanti, E. & Maslukah, L. 2024. Pola Distribusi Klorofil-a di Perairan Pekalongan sampai Kendal Berdasarkan Data Sentinel. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(1): 1–8. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i1.16870>.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07290-3>.
- Karima, Z., Sugianto, D. N. & Zainuri, M. 2024. Sebaran Klorofil-A sebagai Indikator Kesuburan Perairan di Muara Sungai Bedahan, Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(1): 23–32. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i1.21633>.
- Li, Y., Chen, J., Wang, L., Wang, D., Niu, L., & Zheng, J. 2025. Hydrodynamic disturbance and nutrient accumulation co-shape the depth-dependent prokaryotic community assembly in intertidal sediments of a mountainous river estuary. *Journal of Hydrology*, 651: 132580. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.132580>.
- Mageswaran, R. & Ponnusamy, P. 2025. Impact of nutrient dynamics on chlorophyll-a concentrations in non-interconnected lakes: A study in the Vellore and Chennai region. *Results in Engineering*, 25: 104315. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104315>.
- 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. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.40004>.
- Pallavi, P., Parthasarathy, D., Narayanan, K., Inamdar, A. B. & Budakoti, S. 2024. Examining the principal factors that limits the chlorophyll-a concentration across coastal waters of northern Maharashtra state using a robust Generalised Additive Model. *Regional Studies in Marine Science*, 77: 103693. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103693>.
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R. & Arifin. 2022. Application of The Admiralty Method to Process Tidal Data in the Waters of The Nasik Strait - Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1): 146-160. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39719>.
- Qotrunada, Y. A., Suryoputra, A. A. D. & Kunarso, K. 2023. Analisis Distribusi Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Pantai Slambaran, Pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(2): 141-150. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i2.16832>.
- Schober, P., Boer, C. & Schwarte, L. A. 2018. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5): 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Wardani, A. E., Zainuri, M., Wulandari, S. Y. & Rochaddi, B. 2024. Sebaran Klorofil-a dan Material Padatan

Tersuspensi (MPT) di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 6(3): 229-238. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v6i3.18194>.

Yuan, Y., Jiang, M., Zhu, X., Yu, H. & Otte, M. L. 2021. Interactions between Fe and light strongly affect phytoplankton communities in a eutrophic lake. *Ecological Indicators*, 126: 107664. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107664>.

Zainuri & Dwidayati, N. 2020. The Analysis of Waste Water Mangement at Small and Medium Textile (Batik) Enterprises in Pekalongan City. *6th International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICMSE 2019)*. Semarang, Indonesia. 9-10 October 2019.

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>.