

Hubungan Kandungan Fosfat dan Parameter Lingkungan di Muara Sungai Mrican, Pekalongan

Nadien Pratiwi*, Gentur Handoyo, Elis Indrayanti

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *nadienpratiwi189@gmail.com

Abstrak

Muara sungai merupakan perairan yang kompleks dimana terjadi pertemuan antara air sungai dan air laut. Masukan air sungai ke laut membawa sumber zat hara yang dapat meningkatkan produktivitas perairan. Muara Sungai Mrican, Pekalongan menjadi salah satu tempat mengalirnya limbah yang berasal dari berbagai kegiatan manusia dan industri yang diduga mengandung unsur fosfat. Fosfat adalah salah satu unsur hara yang berperan penting dalam ekosistem perairan, namun konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan eutrofikasi dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara kandungan fosfat dan parameter lingkungan (suhu, salinitas, pH dan DO) di Muara Sungai Mrican, Pekalongan. Pengambilan sampel dilaksanakan pada 30 Mei 2024 di 28 titik yang mewakili daerah sungai, muara dan sekitar pantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fosfat di Muara Sungai Mrican, Pekalongan berkisar antara 0,002 – 0,817 $\mu\text{mol/L}$; yang membentuk pola konvergen di beberapa titik stasiun, dengan nilai yang cenderung tinggi pada daerah muara, dan menurun pada perairan pantai menuju laut. Korelasi fosfat menunjukkan hubungan positif dengan suhu ($r = 0,433$) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan fosfat, semakin tinggi pula suhu air, namun berhubungan sebaliknya dengan salinitas ($r = -0,819$); pH ($r = -0,715$); dan DO ($r = -0,022$).

Kata kunci: Fosfat, Muara Sungai Mrican, Suhu, Salinitas, pH

Abstract

Relationship between Phosphate Content and Environmental Parameters in the Mrican River Estuary, Pekalongan

River estuaries are complex waters where river water and sea water meet. The input of river water into the sea brings sources of nutrients that can increase water productivity. The Mrican River Estuary, Pekalongan is one of the places where waste from various human and industrial activities flows which is suspected of containing phosphate elements. Phosphate is one of the nutrients that plays an important role in aquatic ecosystems, but high concentrations can cause eutrophication and disrupt the balance of aquatic ecosystems. This study aims to identify the relationship between phosphate content and environmental parameters (temperature, salinity, pH and DO) in the Mrican River Estuary, Pekalongan. Sampling was carried out on May 30, 2024 at 28 points representing river, estuary and coastal areas. The results showed that the phosphate content in the Mrican River Estuary, Pekalongan ranged from 0,002 - 0,817 $\mu\text{mol/L}$; which forms a convergent pattern at several station points, with values that tend to be high in the estuary area, and decrease in coastal waters towards the sea. Phosphate correlation shows a positive relationship with temperature ($r = 0,433$) which shows that the higher the phosphate content, the higher the water temperature, but is inversely related to salinity ($r = -0,819$); pH ($r = -0,715$); and DO ($r = -0,022$).

Keywords: Phosphate, Mrican River Estuary, Temperature, Salinity, pH

PENDAHULUAN

Masyarakat yang tinggal di sekitar Muara Sungai Mrican, Pekalongan memanfaatkan kawasan ini untuk berbagai kegiatan, seperti pemukiman, budidaya ikan, dan aktivitas industri. Berbagai kegiatan ini menghasilkan limbah yang mengandung bahan organik, yang kemudian terbawa oleh aliran sungai dan terakumulasi di muara (Mahfudloh & Lestari, 2017). Akibatnya, muara sungai menjadi lokasi penumpukan bahan organik, Limbah yang dibuang ke sungai tanpa melalui proses pengelolaan limbah dapat menurunkan kualitas perairan dan mengganggu kehidupan biota (Zainuri *et al.*, 2022). Limbah yang merupakan dampak dari aktivitas antropogenik tersebut menjadi beban masukan unsur-unsur kimia ke perairan. Salah satu

masukannya unsur kimia dan dapat menimbulkan terjadinya penurunan kualitas perairan adalah ion fosfat. Hasil pengamatan pada muara berbagai sungai di Pekalongan menunjukkan nilai kisaran limbah berkisar antara 40,3 – 85,4 mg/L pada tahun 2021 serta 64,7 – 140,5 mg/L pada tahun 2023 (Pradiva *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan limbah cukup tinggi pada perairan.

Kualitas perairan dipengaruhi oleh dinamika keberadaan unsur hara nitrat dan fosfat yang dimanfaatkan dalam proses fotosintesis. Limbah organik di perairan akan terdegradasi menjadi nutrisi, termasuk nutrisi fosfat (P). Fosfat merupakan salah satu faktor yang penting untuk menentukan kualitas air di perairan pesisir (Damayanti *et al.*, 2022). Penelitian unsur P juga telah dilakukan di Muara Sungai Slamaran, Pekalongan oleh Arfasya *et al.*, (2023) dengan kandungan berkisar antara 0,44 – 1,84 $\mu\text{mol/L}$ dan di Muara Sungai Brengi juga telah dilakukan oleh Rumanti *et al.*, (2014) dengan kandungan yang berkisar antara 0,9 – 1,35 $\mu\text{mol/L}$ yang lebih fokus pada distribusi nitrat dan fosfat, sementara kandungan fosfat dan hubungannya dengan kualitas perairan belum dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan fosfat periode musim peralihan I serta korelasinya dengan kualitas perairan meliputi suhu, pH, salinitas dan oksigen terlarut. Pemantauan yang berkelanjutan diperlukan dalam upaya untuk menjaga kualitas perairan dan keseimbangan ekosistem perairan (Muhammad *et al.*, 2021).

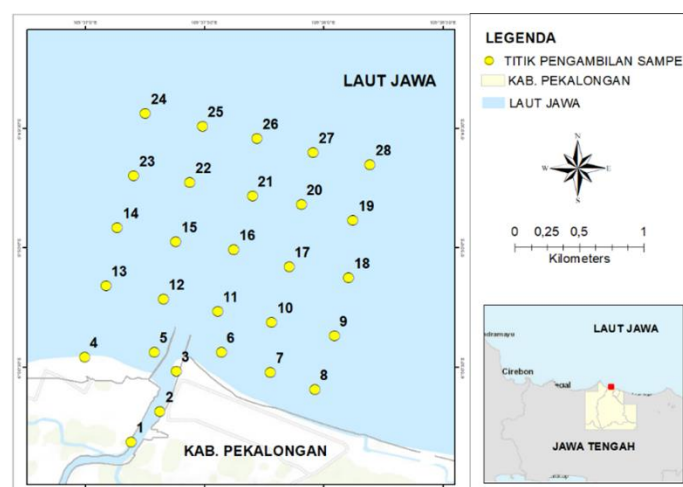
MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Muara Sungai Mrican, Pekalongan pada tanggal 30 Mei 2024 yang mewakili musim peralihan I. Data yang digunakan meliputi data primer yang diperoleh dengan pengambilan sampel air dan pengukuran langsung di lapangan (fosfat, suhu, pH, salinitas dan oksigen terlarut). Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dengan metode purposive sampling terdiri atas 28 stasiun (Gambar 1). Lokasi yang dipilih mewakili keseluruhan dari daerah penelitian dari muara menuju laut. Stasiun 1-3 mewakili kondisi sungai dan muara, Stasiun 4-18 mewakili wilayah pantai, Stasiun 19-28 mewakili wilayah laut.

Metode Analisis Fosfat

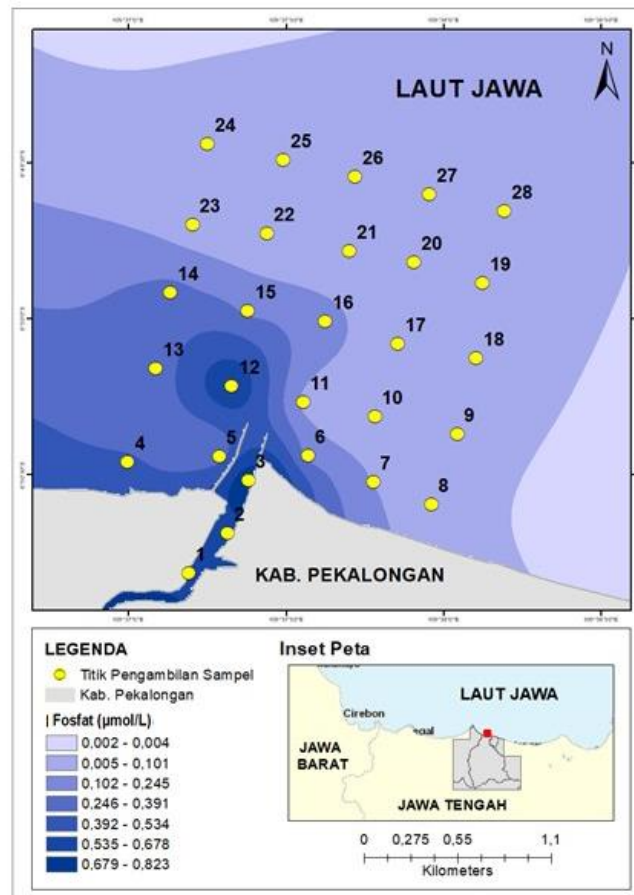
Fosfat dianalisis dengan mengadopsi metode analisis fosfat dari APHA (1992) sudah sesuai dengan kaidah SNI 6989-31:2021. Pengolahan fosfat di laboratorium meliputi menggunakan prinsip dalam suasana asam yaitu ammonium molybdate dan potassium antimonitartat bereaksi dengan ortofosfat membentuk senyawa asam fosfomolibdat kemudian direduksi oleh asam askorbat menjadi kompleks biru molibdenum, dan nilai absorbansi dilihat dari alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 885 nm. Sampel diteteskan dengan mix reagen dari Ammonium molybdate, asam sulfat, asam askorbat, dan Potassium antimonyl-tartate sebanyak 1 ml dengan sampel 10 ml. Mix reagen dibuat dengan perbandingan masing-masing reagen 10:25:10:5. Hasil pengukuran memiliki satuan μM . Nilai kandungan larutan standar dan nilai absorbansinya dimasukkan ke dalam tabel untuk diubah ke dalam bentuk grafik. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan persamaan linear dan nilai korelasi. Persamaan linear tersebut digunakan untuk menentukan kandungan fosfat dengan persamaan:



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Tabel 1. Klasifikasi Hasil Korelasi Pearson

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



Gambar 2. Peta Sebaran Kandungan Fosfat (µmol/L) di Muara Sungai Mrican

$$y = mx + b$$

Dimana y adalah kandungan fosfat, dan x adalah nilai absorbansi pada setiap sampel yang telah diuji.

Metode Analisis Korelasi

Penentuan nilai korelasi antara fosfat terhadap kualitas perairan dilakukan dengan aplikasi SPSS *Statistics 24*. Fitur yang digunakan adalah *Correlation Pearsons*, dimana fitur ini dapat menentukan besar korelasi antara variabel *independent* dengan variabel *dependent* dan mengetahui apakah terdapat korelasi yang signifikan atau tidak diantara variabel tersebut. Pengklasifikasian hasil dari korelasi Pearson dapat dilihat pada tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Fosfat

Hasil analisis kandungan fosfat di Muara Sungai Mrican, Pekalongan memiliki kandungan tertinggi sebesar 0,817 µmol/L pada stasiun 3 dan memiliki terendah 0,002 µmol/L pada stasiun 21, 24, 25, 26 dan 28 disajikan pada pada Gambar 2, Stasiun 1, 2, 3, dan 12 merupakan stasiun-stasiun yang memiliki kandungan

fosfat tinggi, Hal ini disebabkan oleh letaknya yang berada di dekat muara, sehingga menjadi tempat pertama yang menerima limpasan fosfat dari sungai. Pada stasiun 4 dan 6 yang terletak di dekat daratan juga memiliki nilai kandungan fosfat yang tergolong tinggi. Dinamika nilai kandungan fosfat juga dapat dipengaruhi oleh letaknya dengan daratan. Senyawa fosfat yang terakumulasi di sedimen mengalami proses dekomposisi dengan proses biotik yaitu dengan bantuan bakteri maupun melalui proses abiotik yang menghasilkan fosfat terlarut yang dapat kembali ke dalam kolom air melalui difusi. Hal ini menyebabkan senyawa fosfat terikat menjadi lepas dan terlarut dalam kolom air, sehingga kandungannya menjadi tinggi (Handoyo *et al.*, 2020).

Selain itu, pada stasiun 6 juga terletak pada ujung laguna dekat dengan Pusat Informasi Mangrove (PIM) yang mana juga dapat menjadi sumber masukan fosfat ke perairan. Mangrove menghasilkan serasah-serasah yang mengandung unsur N dan P dengan jumlah yang tinggi. Sesuai dengan penelitian Pratiwi *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa serasah dari pohon mangrove dapat menyebabkan kandungan fosfat melebihi nilai baku mutu perairan. Hal ini menyebabkan kandungan fosfat di stasiun 6 cukup tinggi. Kandungan fosfat yang tinggi dapat menjadi salah satu indikasi terjadinya *blooming algae*. *Blooming algae* dapat terjadi apabila terdapat pengkayaan unsur hara nitrat dan fosfat.

Kandungan fosfat yang melebihi batas dapat memicu peristiwa pengkayaan nutrisi atau yang lebih dikenal dengan eutrofikasi. Perairan yang memiliki kandungan fosfat di atas 0,1 mg/L telah mengalami eutrofikasi (Zainuri *et al.*, 2022; Akinnawo, 2023). Kandungan fosfat terendah berkisar antara 0,002 – 0,004 $\mu\text{mol/L}$ berada di stasiun yang terletak di lepas pantai dan wilayah utara dan timur muara. Pada stasiun yang terletak di lepas pantai. Rendahnya kandungan fosfat diduga dapat disebabkan oleh proses metabolisme mikrobiota (Dzakwan *et al.*, 2023). Sedangkan di area timur muara, kandungan fosfat yang rendah disebabkan oleh kurangnya masukan fosfat dari daratan. Hal ini dikarenakan pada wilayah tersebut memiliki jarak yang cukup jauh dari muara. Sedangkan pada stasiun 4 terdapat kandungan fosfat yang masuk dalam kategori sedang, karena wilayah tersebut mendapat limpasan air dari Muara Sungai Mrican. Kandungan rata-rata fosfat di Muara Sungai Mrican adalah 0,246 $\mu\text{mol/L}$ sehingga termasuk dalam kategori perairan yang sangat subur sekali.

Pola sebaran fosfat di Muara Sungai Mrican menunjukkan bahwa kandungan fosfat tertinggi terdapat di muara sungai dan semakin berkurang saat ke arah laut lepas dengan pola yang terbentuk adalah konvergen (Rahayu *et al.*, 2023). Pola sebaran ini rena adanya pengaruh dari pasang surut. Tipe pasang surut di daerah penelitian adalah pasang surut campuran condong harian ganda, dimana terdapat dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari dengan ketinggian yang berbeda. Pada saat pengambilan sampel, pasang surut yang terjadi berada pada kondisi pasang menuju surut. Kandungan fosfat cenderung lebih tinggi pada saat surut. Sesuai dengan Damayanti *et al.*, (2022). yang menyatakan bahwa konsentrasi fosfat ketika surut memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan pada saat terjadi pasang. Pasang surut ini berkaitan dengan proses konsentrasi unsur-unsur kimia di perairan.

Kualitas Perairan (Suhu, pH, Salinitas dan DO)

Hasil pengamatan kualitas perairan yang meliputi suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut (DO) pada saat bersamaan dengan pengambilan sampel kandungan fosfat di Muara Sungai Mrican. Pekalongan dapat dilihat pada Tabel 2 serta hasil korelasi antara fosfat dan kualitas perairan disajikan pada Tabel 3.

Kondisi kesuburan perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor hidro oseanografi yang memiliki kisaran relatif stabil, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3. Suhu perairan ini berkisar antara 29°C – 35,1°C, suhu tertinggi terdapat di stasiun 5 dan 7 yaitu 35,1°C, sedangkan suhu terendah terdapat di stasiun 20 yaitu 29°C. Hasil analisis menunjukkan korelasi positif antara suhu dengan kandungan fosfat ($r = 0,433$) yang menggambarkan bahwa semakin tinggi konsentrasi fosfat, semakin tinggi pula suhu air. Hal ini diduga terkait dengan proses pelepasan fosfat menjadi fase terlarut selama proses desorpsi. Penelitian oleh Maslukah *et al.*, (2021) mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa suhu merupakan faktor yang memengaruhi proses adsorpsi dan desorpsi.

Salinitas perairan yang terukur menunjukkan rentang antara 13-30 ppm, yang diduga mencerminkan adanya aliran air tawar dan memengaruhi kandungan ion fosfat di lokasi pengamatan (Sari *et al.*, 2022). Berdasarkan analisis korelasi Pearson, salinitas memiliki korelasi negatif dengan kandungan fosfat ($r = -0,819$). Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa sumber fosfat berasal dari aliran sungai (Maslukah *et al.*, 2019), Utami *et al.*, (2023) juga menjelaskan bahwa meningkatnya salinitas air laut berdampak pada penurunan kadar fosfat di perairan yang menggambarkan adanya proses pengenceran oleh air laut.

Derajat keasaman (pH) perairan yang telah diukur stabil dalam rentang 8,4 - 8,72. Hasil analisis menunjukkan korelasi negatif antara pH dengan kandungan fosfat ($R^2 = -0,715$). Kandungan pH ini menunjukkan bahwa perairan Muara Sungai Mrican berada dalam kondisi stabil tanpa fluktuasi yang signifikan (Rudiyanti, 2009). Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter kimia penting dalam memantau kestabilan perairan, dan perubahan pH dapat berdampak pada kehidupan organisme akuatik yang ada (Pratiwi *et al.*, 2022).

Kadar oksigen terlarut (DO) di perairan menunjukkan total oksigen terlarut dalam rentang 7,18 – 10,82 mg/L, yang tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan kriteria kualitas air, nilai ini termasuk dalam kategori baik. Berdasarkan analisis korelasi Pearson, oksigen terlarut memiliki korelasi negatif dengan kandungan fosfat ($r = -0,022$) yaitu, semakin tinggi kadar oksigen terlarut maka semakin rendah kandungan fosfat yang berada pada perairan tersebut. Umumnya, kandungan oksigen sekitar 5 mg/L dengan suhu air antara 20-31°C masih dianggap baik untuk kehidupan ikan. Utami *et al.*, (2023) menyatakan bahwa kandungan oksigen ideal dalam air adalah antara 3-7 mg/L.

Tabel 3. Nilai Kualitas Perairan di Muara Sungai Mrican

Stasiun	Kandungan Fosfat ($\mu\text{mol/L}$)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Salinitas (ppm)	pH	DO (mg/L)
1	0,653	31,8	13	8,48	8,56
2	0,607	32,1	14	8,43	9,18
3	0,817	32,4	13	8,48	9,24
4	0,409	32,2	23	8,4	10,32
5	0,323	35,1	24	8,4	8,17
6	0,216	34,1	25	8,62	9,93
7	0,096	35,1	20	8,63	7,18
8	0,009	33,4	23	8,61	10,32
9	0,002	31	25	8,58	7,55
10	0,032	31,2	23	8,61	10,33
11	0,079	31	27	8,56	7,59
12	0,643	31,5	15	8,4	9,64
13	0,319	33	18	8,44	9,67
14	0,283	30,6	28	8,6	8,24
15	0,212	30,3	19	8,42	7,32
16	0,149	30,3	20	8,4	7,03
17	0,019	31,1	28	8,59	10,19
18	0,005	30,3	28	8,61	10,76
19	0,005	29,2	27	8,57	8,41
20	0,002	29	25	8,57	8,8
21	0,002	29,4	29	8,65	8,47
22	0,005	29,2	29	8,7	8,3
23	0,005	29,3	30	8,72	8,92
24	0,002	30,6	29	8,68	8,55
25	0,002	30,5	28	8,67	8,89
26	0,002	29,7	26	8,7	10,19
27	0,005	30	25	8,63	10,6
28	0,002	29,4	27	8,65	10,82

Tabel 4. Hasil Korelasi Pearson

	Fosfat	Suhu	Salinitas	pH	DO
Fosfat	1	,433*	-,819**	-,715**	-,022
	<i>Pearson Correlation</i>				
	Sig. (2-tailed)	,021	<,001	<,001	,913
	N	28	28	28	28

KESIMPULAN

Kandungan fosfat di Muara Sungai Mrican Pekalongan pada musim peralihan I berkisar diantara 0,002 – 0,817 $\mu\text{mol/L}$. Sebaran kandungan fosfat cenderung membentuk pola konvergen di beberapa titik stasiun, dengan nilai yang cenderung tinggi pada stasiun-stasiun di sekitar muara, dan menurun pada stasiun yang menjauhi pantai. Korelasi fosfat menunjukkan hubungan positif dengan suhu yaitu semakin tinggi kandungan fosfat maka semakin tinggi pula suhu air. Namun, berkorelasi negatif dengan salinitas, pH dan oksigen terlarut yaitu kandungan fosfat yang tinggi berbanding terbalik dengan nilai salinitas, pH dan oksigen terlarut.

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

- Akinnawo, S. O. 2023. Eutrophication: Causes, consequences, physical, chemical and biological techniques for mitigation strategies. *Environmental Challenges*, 12: 100733. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100733>.
- American Public Health Association. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 22nd ed. APHA. Washington, USA.
- Arfastya, F. D., Wulandari, S. Y. & Rifai, A. Studi Persebaran Kandungan Fosfat dan Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(4): 563-570. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.41538>.
- Damayanti, T. R., Ismanto, A., Indrayanti, E., Zainuri, M. & Malukah, L. 2022. Sebaran Konsentrasi Fosfat di Muara Sungai Sengkareng dengan Pendekatan Model Matematika 2 Dimensi. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 12-22. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i1.12691>.
- Dzakwan, A. Z., Endrawati, H. & Ario, R. 2023. Analisis Konsentrasi Nitrat Dan Fosfat Terhadap Kelimpahan Fitoplankton Di Perairan Sengkarang Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(4): 571-578. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.35259>.
- Handoyo, G., Subardjo, P., Kusumadewi, V., Rochaddi, B. & Widada, S. 2020. Pengaruh pasang surut terhadap sebaran material padatan tersuspensi di Pantai Dasun Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1): 16-23. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.6915>.
- Mahfudloh, M. & Lestari, H. 2017. Strategi Penanganan Limbah Industri Batik Di Kota Pekalongan. *Journal of Public Policy and Management Review*, 6(3): 1-15. <https://doi.org/10.14710/jppmr.v6i3.16598>.
- Maslukah, L., Wirasatriya, A., Yusuf, M., Sari, R. S., Salma, U. & Zainuri, M. 2021. Distributions and Fluxes of Nitrogen and Phosphorus Nutrients in Porewater Sediments in the Estuary of Jepara Indonesia. *Journal Of Ecological Engineering*, 20(2): 58-64. <https://doi.org/10.12911/22998993/95093>.
- Maslukah, L., Wulandari, S. Y., Prasetyawan, I. B. & Zainuri, M. 2019. Distributions and fluxes of nitrogen and phosphorus nutrients in porewater sediments in the estuary of Jepara Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 20(2): 58-64. <http://dx.doi.org/10.12911/22998993/95093>.
- Muhammad, F. G., Fatimah, E. & Taki, H. M. 2021. Mitigasi Risiko Banjir Rob Rw 5 Utara Desa Wonokerto Kulon Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Bhuwana*, 3(1): 173-186. <http://dx.doi.org/10.25105/bhuwana.v1i2.12536>.
- Pradiva, Z. A., Zainuri, M. & Rochaddi, B. 2023. Sebaran Fosfat terhadap Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Kota Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(4): 249-255. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i4.17543>.
- Pratiwi, F. K. W. N., Maslukah, L. & Sugianto, D. N. 2022. Kualitas Air dan Sedimen di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3): 33-43. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.14141>.
- Rahayu, S. P., Pranowo, W. S., Setiyadi, J., Sumardana, I. W. E. & Suprijanto, J. 2023. Pola Arus dan Sebaran Fosfat di Perairan Selat Sunda: Ocean Current and Phosphate Distribution in The Sunda Strait Coastal Waters. *Jurnal Hidropilar*, 9(1): 21–30. <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v9i1.280>.
- Rudiyanti, S. 2009. Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(2): 46-52. <https://doi.org/10.14710/ijfst.4.2.46-52>.

- Rumanti, M., Rudiyantri, S. & Suparjo, M. N. 2014. Hubungan Antara Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources*, 3(1): 168-176.
- Sari, R. S., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Kunarso & Wirasatriya, A. 2022. Konsentrasi Ion Fosfat di Perairan Wisu, Ujungbatu, Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(1): 88-95. <https://doi.org/10.14710/jekk.v%25vi%25i.13233>.
- Utami, R. S., Roslidar, R., Mufti, A. & Rizki, M. 2023. Sistem Kendali Dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, Dan Ph Air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 8(1): 43-48. <https://doi.org/10.24815/kitektro.v8i1.31939>.
- 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. <https://doi.org/10.12911/22998993/144785>.