Indonesian Journal of Oceanography
November 2026, Vol 8 No 4: 437 - 445
ISSN: 2714-8726

Sebaran Fosfat dan Material Padatan Tersuspensi di Perairan Pantai Moro Kendal

Nabila Syifa Chairunisa, Lilik Maslukah*, Muhammad Zainuri, Elis Indrayanti, Muslim

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *lilikmaslukah@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Sungai Kuto merupakan sungai di Kabupaten Kendal yang daerah muaranya berhubungan langsung dengan pesisir. Aktivitas manusia seperti pasar tradisional, tempat pelelangan ikan (TPI), dan budidaya di lokasi tersebut dapat memengaruhi kandungan fosfat terlarut di perairan. Salah satu faktor lain yang dapat memengaruhi kandungan fosfat terlarut di perairan yaitu material padatan tersuspensi (MPT). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sebaran dan hubungan antara fosfat dan MPT di muara Sungai Kuto dan Perairan Pantai Moro Kendal. Pengambilan sampel dilakukan pada 30 Juli 2024 di 45 stasiun. Distribusi spasial fosfat dan MPT diolah menggunakan interpolasi *spline with barrier*. Pola arus disimulasikan dengan model hidrodinamika MIKE 21 yang dibangkitkan oleh pasang surut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat berkisar antara 0,03 mg/L – 0,26 mg/L dengan pola sebaran tinggi terkonsentrasi di bagian timur muara. Pola ini berbeda dengan MPT yang lebih terkonsentrasi di depan muara yang berkaitan dengan aliran air sungai dari daratan. Namun demikian, keduanya secara umum memiliki pola yang mirip yaitu konsentrasi tinggi ditemukan di lokasi dekat dengan daratan dan mengalami penurunan ke arah laut. Hasil studi ini memberikan informasi tambahan dalam pengelolaan wilayah tentang peran penting MPT dan hubungannya dengan fosfat, yang dapat memengaruhi kesuburan perairan.

Kata kunci : Fosfat, MPT, Muara Sungai, Moro-Kendal

Abstract

Distribution of Phosphate and Total Suspended Solids in the Coastal Waters of Moro, Kendal

The Kuto River, located in Kendal Regency, features an estuarine area that directly connects to the coast. Human activities, including traditional markets, fish auction sites, and aquaculture, potentially impact the dissolved phosphate levels in these waters. Additionally, suspended particulate matter (SPM) is another factor influencing phosphate concentrations. This study aims to elucidate the distribution and relationship between phosphate and SPM in the Kuto River estuary and the Coastal Waters of Moro Kendal. Sampling was conducted on July 30, 2024, across 45 stations. The spatial distribution of phosphate and SPM was analyzed using spline with barrier interpolation. Tide-driven currents were simulated using the MIKE 21 hydrodynamic model. The findings indicate that phosphate concentrations ranged from 0.03 mg/L to 0.26 mg/L, with higher concentrations predominantly in the eastern estuary. This distribution contrasts with that of SPM, which is more concentrated off the river, correlating with riverine flow from the land. Nonetheless, both phosphate and SPM exhibit a general pattern of higher concentrations near the land, decreasing seaward. The results of this study provide additional information for regional management regarding the significant role of MPT and its relationship with phosphate, which can influence aquatic fertility.

.

Keywords: *Phosphate, TSS, Estuary, Moro-Kendal*

PENDAHULUAN

Sungai Kuto merupakan salah satu sungai di Kabupaten Kendal yang sepanjang alirannya dipengaruhi oleh aktivitas penduduk. Aktivitas manusia yang berada di sekitar lokasi ini antara lain keberadaan pasar ikan, tempat pelelangan ikan, lahan pertanian, kegiatan budidaya, dan tempat wisata. Hal ini akan memberikan kontribusi terhadap meningkatnya material padatan tersuspensi (MPT) yang masuk ke perairan. MPT terdiri dari komponen organik dan anorganik (Wirasatriya *et al*., 2023), yang merupakan komponen pembawa polutan seperti logam berat dan nutrien (Balasubramanian *et al*., 2020), termasuk nutrien fosfat. Keberadaan fosfat ini di perairan dapat meningkatkan produktivitas primer perairan atau memengaruhi tingkat kesuburan perairan (Maslukah, *et al.*, 2020a; Ridarto *et al.*, 2023).

Pola sebaran konsentrasi fosfat di perairan dipengaruhi oleh kondisi arus dan pasang surut (Sumantra *et*

Diterima/Received: 02-03-2026
Disetujui/Accepted: 30-10-2026

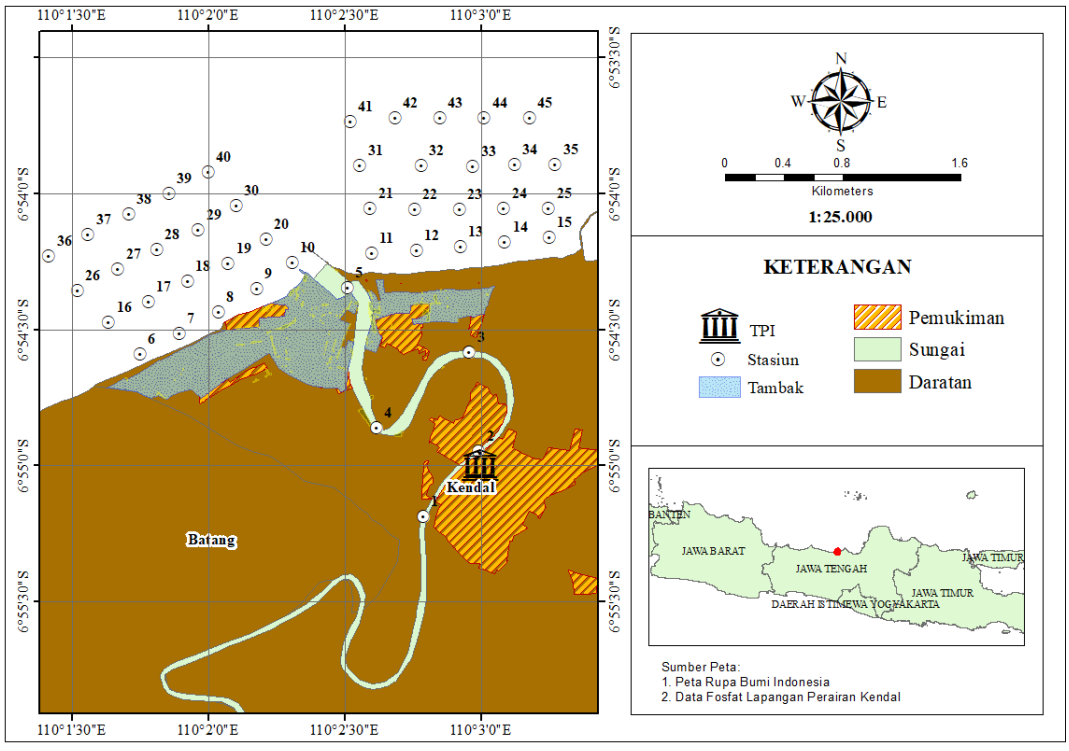
 ISSN: 2714-8726

al., 2020; Yunes *et al.,* 2023). Pada saat kondisi pasang konsentrasi fosfat di perairan menjadi rendah, dan sebaliknya, ketika air laut pada kondisi surut fosfat cenderung meningkat. Hal ini memperjelas bahwa sumber fosfat berasal dari aliran sungai (Maslukah *et al*., 2014). Hasil penelitian Maslukah *et al*. (2020b) menjelaskan ada hubungan dua arah antara fosfat terlarut dan MPT. Kehadiran MPT dapat menyebabkan fosfat terlarut menjadi tinggi, dan sebaliknya (pada kondisi tertentu), dapat berkurang melalui adsorpsi oleh partikel tersuspensi, lalu terbawa ke dasar melalui pengendapan. Di perairan dangkal, resuspensi dapat mengembalikan partikel ke kolom air dan melepaskan kembali fosfat (Utama *et al*., 2021).

Penelitian mengenai fosfat dan MPT di perairan Kendal (Sungai Kendal) pernah dilakukan oleh Hanifah *et al*. (2018), Puspitasari *et al.* (2021) dan Ardhanaswari *et al.* (2025) di perairan Kendal, yaitu di perairan depan sungai Bodri. Hasil penelitian Ardhanaswari *et al.* (2025), konsentrasi fosfat berkisar antara 0,386 – 0,928 µMol (setara 0,012-0,029 mg/L) dengan pola sebaran horizontal dipengaruhi oleh arus pasang surut. Selain arus, pola sebaran fosfat juga dipengaruhi oleh konsentrasi MPT dan sumbernya. Namun, informasi fosfat di perairan Kendal untuk wilayah pantai Moro belum dilakukan, dan bagaimana pola distribusi MPT memengaruhinya. Mengingat keberadaannya di perairan memengaruhi kesuburan perairan, pemantauan secara berkala di perairan pantai menjadi penting. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola sebaran fosfat dan hubungannya dengan MPT. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi lebih lengkap tentang siklus biogeokimia, khususnya peran MPT sebagai sumber dan penyerap (sink) fosfat perairan serta dinamikanya dengan faktor lingkungan perairan, sebagai salah satu unsur yang memengaruhi kesuburan perairan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada 30 Juli 2024 di perairan Pantai Moro dan muara sungai Kuto, Kendal. Pengambilan sampel dilakukan pada 45 stasiun yang tersebar dari muara hingga lepas pantai. Lokasi pengambilan sampel disajikan dalam peta yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penentuan stasiun dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* merupakan penentuan titik sampling dengan pertimbangan tertentu (Zainuri *et al.*, 2022). Pertimbangan penentuan stasiun selengkapnya dikelompokan seperti pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

 ISSN: 2714-8726

Tabel 1. Pertimbangan Lokasi Penelitian

No	Lokasi Penelitian	Pertimbangan
1	Stasiun 1	Sungai, pengaruh antropogenik (nelayan)
2	Stasiun 2	Sungai, dekat dengan tempat pelelangan ikan
3	Stasiun 3	Sungai, dekat dengan lokasi pertanian (sawah)
4	Stasiun 4	Sungai, lokasi wisata (pemancingan)
5	Stasiun 5	Muara sungai
6	Stasiun 6-10 dan Stasiun 16-20	Perairan pantai sisi barat muara yang dipengaruhi oleh tambak, mangrove, dan pemukiman
7	Stasiun 11-15 dan Stasiun 21-25	Perairan pantai sisi timur muara yang dipengaruhi oleh tambak, mangrove, pemukiman, dan *jetty*
8	Stasiun 26-30 dan Stasiun 36-40	Perairan lepas pantai sisi barat muara yang masih dipengaruhi oleh tambak, mangrove, dan pemukiman
9	Stasiun 31-35 dan Stasiun 41-45	Perairan lepas pantai sisi timur muara yang masih dipengaruhi oleh tambak, mangrove, pemukiman, dan *jetty*

Analisa konsentrasi fosfat dilakukan menggunakan metode Strickland dan Parsons (1968) yang juga tercantum dalam SNI 6989.3.2005. Sampel air laut yang disimpan di *coolbox* disaring menggunakan kertas saring Whatman GF/F dengan pore size 0,7 µm selanjutnya direaksikan dengan mix reagen yang terbuat dari ammonium heptamolibdat, asam sulfat, asam askorbat, dan kalium antimoniltartrat dengan perbandingan 1 ml mix reagen dimasukkan dalam 10 ml sampel air laut, dihomogenkan, di tunggu selama 20 menit dan selanjutnya dibaca nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 885 nm. Pembacaan nilai absorbansi diulang sebanyak tiga kali.

Analisis MPT dilakukan menggunakan metode gravimetri berdasarkan pedoman SNI 6989.3.2019 yaitu kertas saring ukuran 0,7 µm dioven kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal. Sampel selanjutnya disaring menggunakan kertas saring tersebut. Kertas saring dikeringkan kembali dioven kemudian ditimbang untuk mengetahui berat akhir. Kandungan MPT selanjutnya dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MPT\ (\frac{mg}{L}) = \frac{(x-y)}{z}$$

Dengan: x = berat akhir (mg), y = berat awal (mg), dan z = volume sampel (L)

Peta sebaran fosfat dan MPT diolah menggunakan software ArcGIS 10.8. Data konsentrasi fosfat serta MPT yang telah diolah di excel selanjutnya diimpor ke ArcGIS 10.8 dan ditumpangkan pada peta RBI. Metode interpolasi yang digunakan yaitu metode *spline with barrier*. Metode interpolasi *spline with barrier* dipilih karena interpolasi tidak melintasi daratan (barrier), sehingga nilai sungai dan laut tidak saling tercampur.

Parameter lingkungan lainnya yang diukur meliputi salinitas, oksigen terlarut (DO), suhu, dan pH dan diukur menggunakan refraktometer, DO meter, termometer dan pH meter. Data parameter tersebut diambil bersamaan dengan sampel air di 45 stasiun penelitian. Analisis statistik untuk menjelaskan hubungan antar variabel menggunakan metode Pearson pada IBM SPSS Statistics. Menurut Ismunarti *et al.* (2020), metode korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui korelasi 2 variabel yang berbeda. Hasil korelasi Pearson memiliki rentang nilai antara -1 hingga 1.

Selanjutnya untuk data lingkungan lainnya yaitu data angin yang diunduh dari *website* ECMWF. Data angin yang digunakan merupakan data setiap jam di bulan Juli 2024. Data kemudian diekstrak menggunakan *software* ODV dan selanjutnya diolah menggunakan Microsoft Excel untuk memperoleh nilai kecepatan serta arah angin. Data tersebut kemudian diolah ke dalam *software* WRPLOT untuk mendapatkan data dan grafik *windrose* (Hartomo *et al.,* 2022).

Pengolahan data arus pada penelitian ini dilakukan pada perangkat lunak MIKE 21. Domain model mencakup perairan Pantai Moro termasuk di dalamnya Sungai Kuto, yang didiskritisasi dalam bentuk *mesh* dengan luas elemen sebesar 25.000 m^2. Data yang dimasukkan dalam pemodelan arus ini adalah data prediksi pasang surut MIKE dan data batimetri yang diunduh melalui *website* BATNAS yang diterapkan sebagai kondisi batas (*boundary condition*) dengan tipe *specified level*. Simulasi dijalankan selama 743 *timestep* dengan interval 1 jam. Hasil dari pemodelan ini adalah kecepatan dan arah arus di perairan Pantai Moro dan muara Sungai Kuto pada tanggal 30 Juli 2024. Hasil pemodelan selanjutnya diverifikasi menggunakan metode

 ISSN: 2714-8726

Root Mean Square Error (RMSE) untuk menghitung perbedaan data model dan lapangan. Data hasil model diambil pada titik stasiun 31 yang merepresentasikan lokasi pengamatan dengan variabel yang dianalisa berupa elevasi muka air. Nilai RMSE yang diperoleh sebesar 0,1129 meter yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang baik antara hasil pemodelan dan data observasi. Data yang digunakan untuk verifikasi model merupakan data pasang surut yang diperoleh melalui instansi BIG (Badan Informasi Geospasial).

HASIL DAN PEMBAHASAN

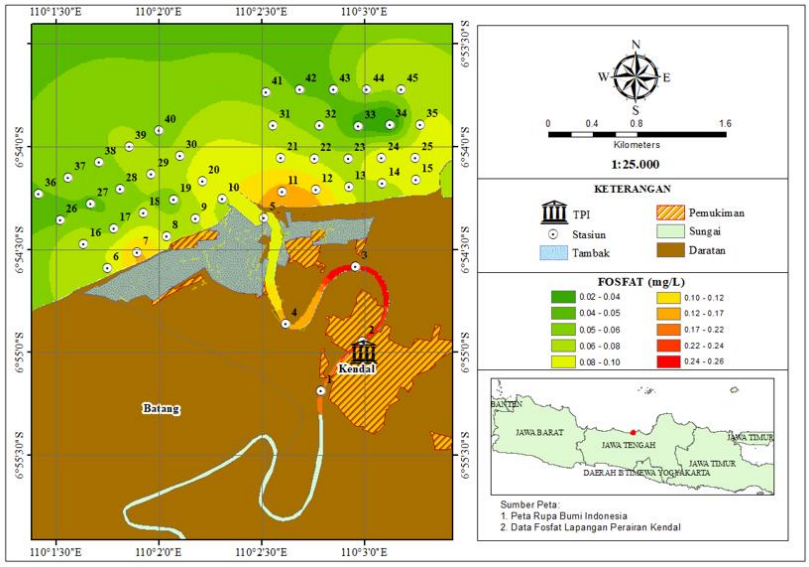
Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat di Muara Sungai Kuto dan Perairan Pantai Moro berkisar antara 0,03 mg/L – 0,26 mg/L (Gambar 2). Stasiun 1, 2, dan 3 merupakan lokasi yang memiliki konsentrasi tertinggi dengan rentang nilai sebesar 0,21 mg/L – 0,26 mg/L. Hal tersebut diduga terjadi karena ketiga stasiun tersebut berada di badan sungai dan dekat dengan tempat berlangsungnya aktivitas penduduk seperti tempat pelelangan ikan (TPI Tawang Laut), pasar ikan, pasar tradisional, pertanian, dan pemancingan. Aktivitas manusia di sekitar muara akan menghasilkan limbah organik yang kemudian masuk ke perairan dan menjadi sumber utama fosfat di sekitar muara sungai. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Rahmadani *et al.* (2021) dan Rahayu *et al.* (2023), yang menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat di sekitar sungai dan muara lebih tinggi dibandingkan wilayah perairan pantai dikarenakan aliran sungai membawa limbah aktivitas manusia di daratan. Pola ini memberikan informasi bahwa sumber fosfat terutama berasal dari masukan dari darat melalui aliran air sungai (Maslukah *et al*., 2014). Meskipun demikian, konsentrasi fosfat yang tinggi juga dijumpai pada stasiun 7, 11, 12, dan 20 yang berada di daerah dekat pantai yaitu sebesar 0,13 mg/L, 0,14 mg/L, 0,12 mg/L, dan 0,10 mg/L. Stasiun 7, 11 dan 12 merupakan lokasi yang dekat dengan tambak dan mangrove yang merupakan sumber masukan fosfat di perairan. Mangrove menghasilkan serasah yang dapat terdekomposisi menjadi unsur N dan P, sedangkan tambak menyumbang fosfat dari sisa pakan. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa guguran daun dari pohon mangrove menjadi sumber masukan senyawa nitrat dan fosfat di perairan (Selviani *et al*., 2024). Selain itu, adanya tambak di dekat ketiga stasiun tersebut juga diduga menyebabkan konsentrasi fosfat di lokasi tersebut cukup tinggi, seperti yang ditemukan oleh Mumtaz *et al*. (2025) di perairan Kaliratu, Kebumen. Kondisi lainnya yang diduga berkaitan dengan tingginya konsentrasi fosfat di stasiun 11 dan 12 yaitu tingginya konsentrasi MPT di stasiun tersebut. Kondisi serupa juga terjadi pada stasiun 20 dimana konsentrasi fosfat yang tinggi juga diikuti dengan konsentrasi MPT yang tinggi. Partikel MPT berpotensi menjadi sumber fosfat terlarut di perairan karena memiliki kemampuan dalam mengikat unsur fosfor. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Maslukah *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa MPT dapat berperan dalam meningkatkan maupun menurunkan konsentrasi fosfat di perairan. Konsentrasi fosfat terendah berada di stasiun 33 dan 34 yaitu sebesar 0,04 mg/L dan 0,03 mg/L. Kondisi ini diduga berkaitan dengan lokasi kedua stasiun yang relatif jauh dari muara sehingga masukan fosfat dari daratan semakin berkurang. Kondisi tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanifah *et al.* (2018) di Muara Sungai Kendal yang menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi fosfat semakin menurun ke arah laut karena jauhnya lokasi dari muara sungai.

Variasi konsentrasi fosfat di perairan juga dapat disebabkan oleh parameter lingkungan lainnya seperti salinitas, DO, suhu, dan pH. Nilai minimum, maksimum dan rerata parameter tersebut disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan uji korelasi menggunakan metode Pearson, terlihat adanya hubungan antara konsentrasi fosfat dengan parameter salinitas dan DO di lokasi penelitian yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi sebesar <0,001. Korelasi antara fosfat dengan salinitas dan DO memiliki nilai sebesar -0,561 dan -0,507 yang berarti parameter tersebut memiliki hubungan yang berlawanan arah. Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa konsentrasi fosfat cenderung mengalami penurunan di perairan pantai dan lepas pantai. Hal tersebut menunjukkan tingginya nilai salinitas akan diikuti dengan rendahnya konsentrasi fosfat, sedangkan rendahnya nilai salinitas akan diikuti dengan tingginya konsentrasi fosfat. Kondisi tersebut sesuai dengan pendapat Sari *et al.* (2022), yang menjelaskan bahwa tingginya nilai salinitas air laut akan berdampak pada rendahnya kadar fosfat. Hasil pengukuran DO di lapangan menunjukkan bahwa nilai DO di muara cenderung lebih rendah dibandingkan dengan stasiun di pantai dan lepas pantai. Hal tersebut juga diikuti dengan tingginya konsentrasi fosfat di sungai dan muara sungai. Proses degradasi bahan organik di perairan memerlukan oksigen terlarut, sehingga masuknya bahan organik di kolom perairan akan mengurangi oksigen terlarut di lokasi tersebut. Semakin banyak bahan organik yang masuk ke dalam perairan maka oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroba untuk proses penguraian akan semakin banyak (Madyawan *et al.,* 2020).

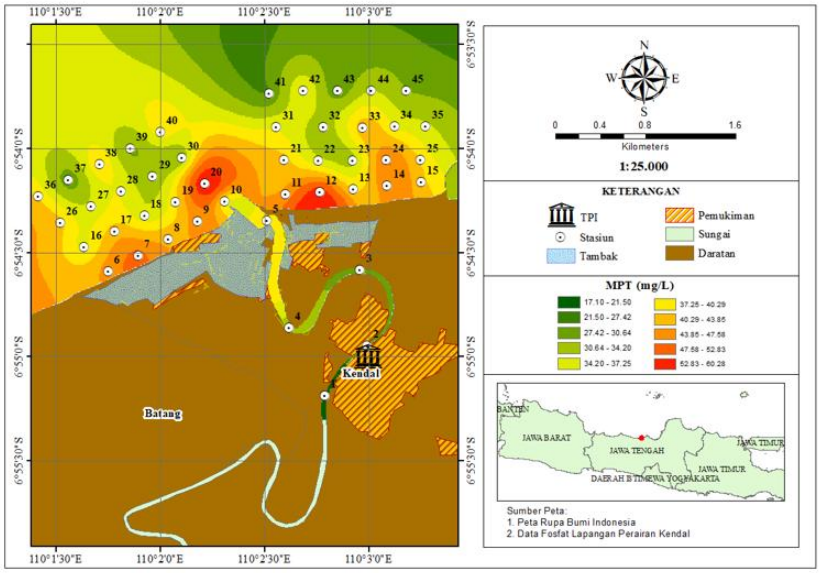
 ISSN: 2714-8726

Tabel 2. Kisaran nilai suhu, pH, oksigen terlarut (DO) dan salinitas

Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Salinitas (ppt)
30,0	7,1	5,0	15,0
32,2	8,8	7,0	33,0
31,3	8,3	6,1	27,9



Gambar 2. Nilai kandungan fosfat di muara Sungai Kuto dan Perairan Pantai Moro Kendal 30 Juli 2024



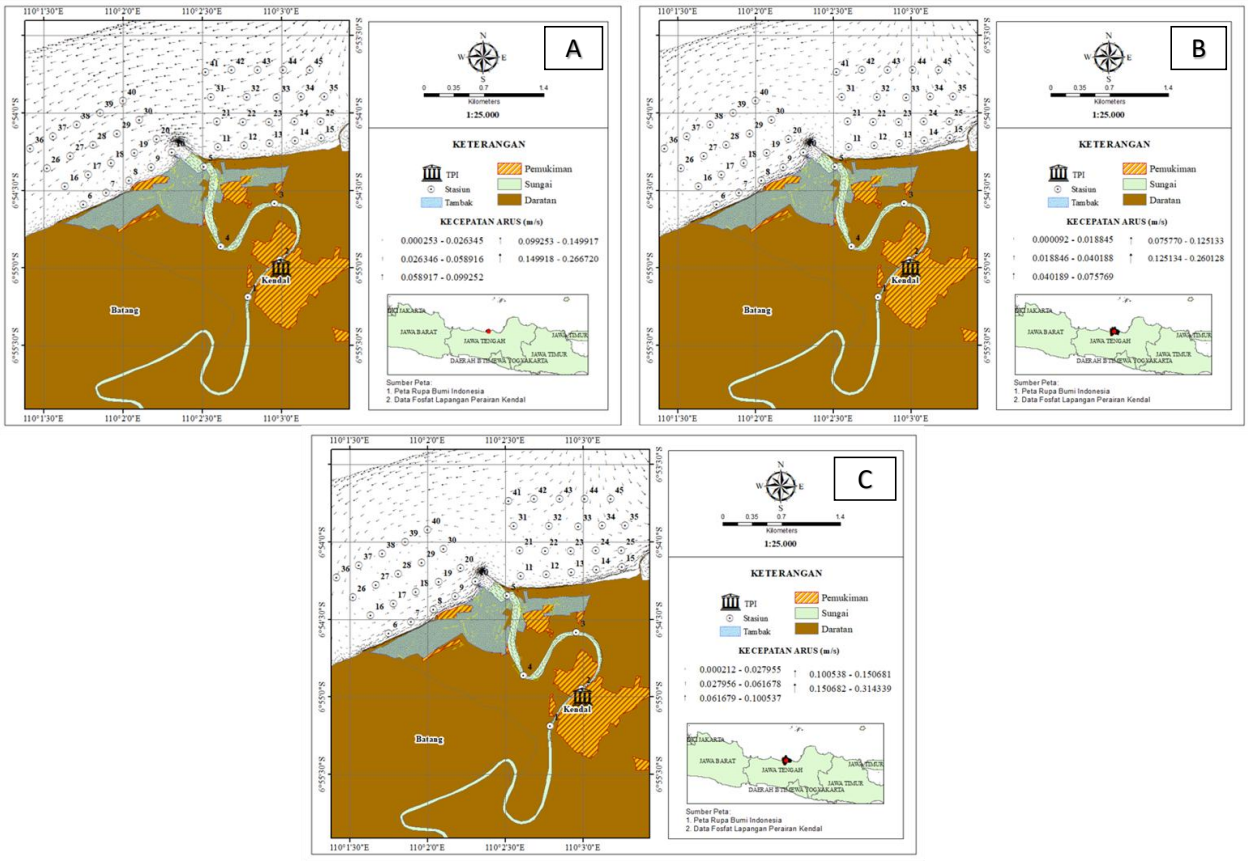
Gambar 3. Kandungan MPT di muara Sungai Kuto dan Perairan Pantai Moro Kendal 30 Juli 2024

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi MPT berkisar antara 17,1 mg/L – 58,67 mg/L (Gambar 3). Konsentrasi MPT di stasiun 1-5 yang terletak di badan sungai relatif lebih rendah dibandingkan dengan di stasiun pantai dan lepas pantai yaitu sebesar 17,10 mg/L, 28,40 mg/L, 29,13 mg/L, 32,20 mg/L, dan 39,17 mg/L. Selain itu, variasi konsentrasi MPT di lokasi penelitian diduga berkaitan juga dengan fase pasang surut dan waktu pengambilan sampel. Pengambilan data pada stasiun 1-5 dilakukan pada pukul 06.00 – 08.00 WIB saat kondisi surut menuju pasang. Pada kondisi tersebut kecepatan arus di area sungai cukup lemah jika dibandingkan dengan kondisi pasang. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Handoyo *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa konsentrasi MPT cenderung rendah pada fase surut karena arus air yang relatif lebih

 ISSN: 2714-8726

tenang. Berdasarkan hasil pemodelan arus menggunakan MIKE 21, kecepatan arus di badan sungai pada kondisi surut menuju pasang berkisar antara 0,00 m/s – 0,02 m/s. Pada kondisi tersebut, sedimen dari daratan yang terbawa oleh aliran sungai telah terendapkan pada fase surut. Kurangnya energi arus pada fase ini menyebabkan rendahnya konsentrasi MPT di muara karena sedimen yang diendapkan tidak mengalami resuspensi ke kolom perairan.

Konsentrasi MPT di pantai cenderung lebih tinggi dengan rentang nilai sebesar 27,93 mg/L – 58,67 mg/L dengan konsentrasi tertinggi berada di stasiun 20. Tingginya konsentrasi MPT di daerah perairan pantai juga dapat disebabkan oleh pengaruh pasang surut. Pengambilan data di stasiun 6 – 25 dilakukan pada pukul 09.00 – 10.00 WIB pada saat kondisi pasang. Saat pasang, muka air di pesisir lebih tinggi daripada di muara, sehingga terjadi perbedaan ketinggian muka air laut, dimana muka air laut di pesisir cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan muka air laut di muara. Kecepatan arus yang cukup tinggi pada kondisi pasang juga memicu terjadinya resuspensi sedimen di area perairan pantai dan menyebabkan konsentrasi MPT di lokasi tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan muara pada saat kondisi surut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Shabari *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa konsentrasi MPT pada saat fase pasang lebih tinggi karena pertemuan arus laut dan debit sungai menyebabkan terjadinya pengadukan sedimen yang cukup tinggi. Selain itu, adanya *jetty* di sisi timur muara sungai juga menjadi penyebab tingginya kandungan MPT di perairan pantai khususnya pada stasiun 11 dan 12. Penelitian dilakukan pada musim Timur, dimana arus dominan bergerak dari arah timur menuju ke arah barat. Arus yang bergerak tersebut selanjutnya tertahan karena adanya *jetty* di sisi timur. Angkutan sedimen yang terbawa oleh arus sepanjang pantai tersebut kemudian terendapkan di sisi timur *jetty* tepatnya di stasiun 11 dan 12 menyebabkan kedua stasiun tersebut memiliki konsentrasi MPT yang cukup tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tribhaskoro *et al.* (2022), bahwa angkutan sedimen yang diangkut oleh arus sepanjang pantai akan diendapkan terlebih dahulu pada sisi bangunan pantai karena adanya reduksi dari kecepatan arus sepanjang pantai saat arus terhalang bangunan pantai.



Gambar 4. Kondisi arus perairan Pantai Moro Kendal (A) fase surut menuju pasang, (B) fase pasang, (C) fase pasang menuju surut

 ISSN: 2714-8726

Korelasi antara konsentrasi MPT dan fosfat menunjukkan nilai negatif yaitu sebesar -0,181. Menurut Putera *et al.* (2021), nilai korelasi Pearson <0,001 – 0,199 diklasifikasikan sangat lemah. Oleh karena itu, nilai korelasi MPT dan fosfat menunjukkan hubungan yang lemah negatif. Hal ini menjelaskan bahwa secara umum kenaikan MPT tidak secara langsung diikuti tingginya konsentrasi fosfat. Model hubungan negatif ini hanya dijelaskan sebesar 23.4%, sehingga kedua parameter hubungannya kurang signifikan.

Sebaran konsentrasi fosfat dan MPT di lokasi penelitian juga dipengaruhi oleh kondisi arus di wilayah penelitian. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan menggunakan MIKE 21 terdapat variasi arah arus yang disebabkan oleh kondisi pasang surut. Saat surut menuju pasang dan saat pasang, arus mengalir dari tenggara ke barat laut dengan kecepatan antara 0,00 m/s – 0,27 m/s pada kondisi surut menuju pasang (Gambar 4A) dan 0,000092 m/s – 0,260128 m/s pada kondisi pasang (Gambar 4B). Hasil pemodelan arah arus tersebut sesuai dengan arah angin dominan yang ditampilkan pada diagram *windrose*, dimana angin bertiup dari arah tenggara ke barat laut. Namun, pada kondisi pasang menuju surut terdapat perbedaan arah arus yaitu dari arah barat laut menuju tenggara dengan kecepatan berkisar antara 0,000212 m/s – 0,314339 m/s (Gambar 4C). Hasil model arus juga menunjukkan adanya penurunan kecepatan di daerah muara. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya *jetty* di sisi timur muara yang meredam kecepatan arus sebelum masuk ke dalam muara. Pada zona tersebut, kecepatan arus menjadi lebih kecil dibandingkan dengan arus di area lain. Marin-Coria *et al*., (2026) menjelaskan bahwa *jetty* akan memengaruhi pola hidrodinamika perairan yang selanjutnya memengaruhi pola pergerakan sedimen di perairan pantai.

KESIMPULAN

Perairan Muara Sungai Kuto dan Perairan pantai Pantai Moro memiliki konsentrasi fosfat antara 0,03 mg/L sampai 0,26 mg/L. Pola distribusinya di perairan lebih banyak ditentukan oleh sumbernya yaitu berkaitan dengan aktivitas manusia di daratan, kegiatan budidaya, dan mangrove. Keberadaan Material Padatan Tersuspensi di perairan dipengaruhi oleh arus, namun tidak secara langsung memengaruhi tingginya fosfat.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Riset Publikasi Internasional (RPI) yang didanai oleh UNDIP dengan nomer kontrak: 222-645/UN7.D2/PP/IV/2025

DAFTAR PUSTAKA

Ardhanaswari, Z., Maslukah, L., Muslim, M., Indrayanti, E., dan Widada, S. (2025). Relationships of dissolved inorganic phosphate with chlorophyll-a and total suspended solids off the Bodri River, Indonesia. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, *26*(10), 280–287. https://doi.org/10.12912/27197050/210953.

Balasubramanian, S. V., Pahlevan, N., Smith, B., Bindinge, C., Schallesf, J., Loiselg, H., Gurlin, D., Greb, S., Alikas, K., Randla, M., Bunkei, M., Moses, W., Nguyễn, H., Lehmann, M. K., O'Donnell, D., Ondrusek, M., Han, T-H., Fichot, C. G., Moore, T. and Boss, E. 2020. Robust algorithm for estimating total suspended solids (TSS) in inland and nearshore coastal waters. *Remote Sensing of Environment*, 246: p.111768. https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111768

Handoyo, G., Subardjo, P., Kusumadewi, V., Rochaddi, B. dan Widada, S., 2020. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Pantai Dasun Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal of Oceanography,* 2(1): 16-23.

Hanifah, D. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., dan Supriyantini, E. (2018). Sebaran Horizontal Konsentrasi Nitrat Dan Fosfat Anorganik Di Perairan Muara Sungai Kendal Kabupaten Kendal. *Journal of Tropical Marine Science*, *1*(1), 27–32. https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.654

Hartomo, L. O. I., Asmadin, A., dan Pratikino, A. G., 2022. Analisis Potensi Daerah Rawan Abrasi Pantai Berdasarkan Parameter Fisika Oseanografi di Pesisir Uara dan Timur Laut Pulau Wawonii, Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut,* 7(1): 13-24.

Ismunarti, D. H., Zainuri, M., Sugianto, D. N. dan Saputra, S. W., 2020. Pengujian Reliabilitas Instrumen Terhadap Variabel Kontinu untuk Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Perairan. *Buletin Oseanografi Marina,* 9(1): 1-8.

Madyawan, D., Hendrawan, I. G. dan Suteja, Y., 2020. Pemodelan Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen/DO) di Perairan Teluk Benoa. *Journal of Marine and Aquatic Sciences,* 6(2): 270-279.

 ISSN: 2714-8726

Marin-Coria, E., Martínez, M. L., Silva, R., Chávez, V., Maximiliano-Cordova, C., Pedraza-Buitrago, M., dan López-Portillo, J. (2026). Assessing the impact of infrastructure proliferation on shoreline dynamics around Mexico. *Scientific Reports*, *16*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-026-38793-0

Maslukah, L., Indrayanti, E., dan Budiono, S. 2014. Proses Pasang Surut dalam Pola Fluktuasi Nutrien Fosfat di Muara Sungai Demaan, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 3(1): 25-31. https://doi.org/10.14710/buloma.v3i1.11215

Maslukah, L., Sugianto, D. N., Salma, U., dan Zainuri, M., 2019. Phosphorus Fractionation and Its Bioavailability in Panjang Island Jepara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 246: 010251.

Maslukah, L., Zainuri, M., Wirasatriya, A. dan Maisyarah, S., 2020a. The Relationship among Dissolved Inorganic Phosphate, Particulate Inorganic Phosphate, and Chlorophyll-a in Different Seasons in the Coastal Seas of Semarang and Jepara. *Journal of Ecological Engineering,* 21(3): 135-142.

Maslukah, L., Zainuri, M., Wirasatriya, A. dan Widiaratih, R., 2020b. Studi Kinetika Adsorpsi dan Desorpsi Ion Fosfat (PO_4^{2-}) di Sedimen Perairan Semarang dan Jepara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis,* 12(2): 385-396.

Mumtaz, F., Maslukah, L., Widada, S., Zainuri, M. dan Endrawati, E., 2025. Pola Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat Sebagai Indikator Kesuburan Perairan Pantai Kaliratu Kabupaten Kebumen. *Indonesian Journal of Oceanography,* 7(3): 201-209.

Puspitasari, A. A., Zainuri, M. dan Setiyono, H., 2021. Analisa Sebaran Kandungan Fosfat di Muara Sungai Bodri, Kendal Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography,* 3(1): 120-127.

Putera, M. A. W., Suryono, S. dan Riniatsih, I., 2021. Pengaruh Kandungan Nitrat dan Fosfat Sedimen terhadap Klorofil *Thalassia hemprichii* di Perairan Jepara. *Journal of Marine Research,* 10(4): 472-480.

Rahayu, S. P., Pranowo, W. S., Setiyadi, J., Sumardana, I. W. E. dan Suprijanto, J., 2023. Pola Arus dan Sebaran Fosfat di Perairan Selat Sunda. *Jurnal Hidropilar,* 9(1): 21-30.

Rahmadani, P. A., Wicaksono, A., Jayanthi, O. W., Effendy, M., Nuzula, N. I., Kartika, A. G. D., Syaifullah, M., Putri, D. S. dan Hariyanti, A., 2021. Analisa Kadar Fosfat Sebagai Parameter Cemaran Bahan Baku Garam pada Badan Sungai, Muara, dan Pantai di Desa Padelagan Kabupaten Pamekasan. *Juvenil,* 2(4): 318-323.

Ridarto, A. K. Y., Zainuri, M., Helmi, M., Kunarso, K., Rochaddi, B., Maslukah, L., Endrawati, H., Handoyo, G. dan Koch, M., 2023. Assessment of Total Suspended Solid Concentration Dynamics Based on Geospatial Models as an Impact of Anthropogenic in Pekalongan Waters, Indonesia. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1): 142-152.

Sari, R. S., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Kunarso, K. dan Wirasatriya, A., 2022. Konsentrasi Ion Fosfat di Perairan Wiso, Ujungbatu, Jepara. *Indonesian Journal of Oceanography,* 4(1): 88-95.

Selviani, S., Zamani, N. P., Natih, N. M. N., dan Tarigan, N. (2024). Analysis of Mangrove Leaf Litter Decomposition Rate in Mangrove Ecosystem of Muara Pagatan, South Kalimantan. *Jurnal Kelautan Tropis*, *27*(1), 103–112. https://doi.org/10.14710/jkt.v27i1.21913

Shabari, A. R., Satriadi, A. dan Atmodjo, W., 2019. Padatan Tersuspensi yang Dipengaruhi oleh Proses Pasang Surut di Perairan Kaliboyo, Kabupaten Pekalongan. *Journal of Marine Research,* 8(4): 393-401.

Strickland, J. D. H. dan Parsons, T. R., 1968. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bulletin 167. Canada: Fisheries Research Board of Canada.

Sumantra, I. G. E., Suteja, Y. dan Putra, I. N. G., 2020. Fluktuasi Nitrat dan Fosfat Selama Satu Periode Pasang dan Surut di Selat Lombok. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2): 231-237.

Tribhaskoro, W., Widada, S., Atmodjo, W. dan Rifai, A., 2022. Sedimentasi di Sekitar Bangunan Groin di Pantai Komodo Kota Tegal. *Indonesian Journal of Oceanography,* 4(3): 1-12.

Utama, I. M. R. P., Maslukah, L., dan Wulandari, S. Y., 2021. Sebaran Material Padatan Tersuspensi dan Fosfat di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 10(1): 89-96.

Wirasatriya, A., Maslukah, L., Indrayanti, E., Yusuf, M., Milenia, A.P., Adam, A.A., dan Helmi, M., 2023. Seasonal Variability of Total Suspended Sediment off The Banjir Kanal Barat River, Semarang, Indonesia Estimated From Sentinel-2 Images. Regional Studies in Marine Science, 57:102735. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102735

 ISSN: 2714-8726

Yunes, D. R., Grandjean, T., Primio, A. D., Tiano, J., Bouma, T. J., Oevelen, D. V., dan Soetaert, K., 2023. Sediment Resuspension Enhances Nutrient Exchange in Intertidal Mudflats. *Frontiers in Marine Science,*10: 1-15.

Zainuri, M., Helmi, M., Novita, M. G. A., Kusumaningrum, H. P. dan Koch, M., 2022. Improved Performance of Geospatial Model to Access the Tidal Flood Impact on Land Use by Evaluating Sea Level Rise and Subsidence Parameters. *Journal of Ecological Engineering*, 23(2): 1-11.