

Studi Persebaran Kandungan Fosfat dan Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan

Farras Daffa Arfastya, Sri Yulina Wulandari*, Azis Rifai

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

*Corresponding author, e-mail: yulina.wuland@gmail.com

ABSTRAK: Kota Pekalongan dilalui oleh sungai Slamaran yang menjadi tempat masuknya fosfat dari darat ke laut. Fosfat adalah nutrient yang terkandung dalam bahan organik dari limbah domestik maupun pertambakan yang mempengaruhi kesuburan perairan muara Sungai Slamaran. Konsentrasi fosfat di perairan dapat dipengaruhi oleh material padatan tersuspensi (MPT). Penelitian ini bertujuan mengkaji persebaran konsentrasi fosfat dan MPT serta mengkaji hubungan antara sebaran fosfat dan MPT di muara sungai Slamaran, kota Pekalongan. Data lapangan diambil secara in situ. Sampel air dianalisis di laboratorium. Analisis fosfat menggunakan metode yang digunakan oleh Strickland dan Parson (1968). Analisis MPT menggunakan metode gravimetri. Peta sebaran konsentrasi fosfat dan MPT dibuat dengan software ArcGis. Arus permukaan laut dimodelkan dengan software Mike 21 selanjutnya divalidasi dengan nilai RMSE dan MAE. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk menentukan korelasi antara konsentrasi fosfat dan MPT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi fosfat memiliki rentang 0,44–1,84 μM , dan konsentrasi MPT memiliki rentang 56-152 mg/L. Berdasarkan peta persebaran fosfat dan MPT di perairan muara Sungai Slamaran, diduga bahwa persebaran fosfat dan MPT mendapat pengaruh dari masukan sungai dan tambak udang yang berada di muara sungai Slamaran. Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi yang tidak cukup kuat antara sebaran konsentrasi fosfat dengan sebaran MPT.

Kata kunci: Fosfat; MPT; model arus; muara sungai; Slamaran

Study of Phosphate and TSS Distribution in the Estuary Waters of Slamaran River, Pekalongan City

ABSTRACT: *Pekalongan city is crossed Slamaran River which is entry point phosphate from the land to the sea. Phosphate is a nutrient contained in organic material from domestic waste and aquaculture which affects the productivity of the waters of Slamaran river estuary. Phosphate concentrations in waters can be influenced by suspended solids (TSS). The aims of this study were to determine concentration of phosphate and TSS distribution and to examine correlation between phosphate and TSS concentrations in Slamaran River estuary. In situ data were taken at Slamaran River estuary. Water samples were analyzed at laboratory. Phosphate concentration analysis used method by Strickland and Parson (1968). TSS concentration analysis used gravimetric method. Distribution of Phosphate and TSS concentration were mapped using ArcGIS software. Ocean surface currents was numerically modeled used Mike 21 software then validated with RMSE and MAE methods. Pearson correlation method was used to analyzed correlation between phosphate and TSS concentration. The results showed that phosphate concentration were ranged from 0.44–1,84 μM mg/L and TSS concentration were ranged from 56-152 mg/L. Based on distribution map of phosphate and TSS in the Slamaran River estuary, it was predicted that phosphate and TSS distribution influenced by inputs from the river and shrimp ponds along the estuary Slamaran river. Results of the correlation analysis showed that correlation between phosphate and TSS concentrations distribution was not strong enough.*

Keywords: *Phosphate; TSS; current model; estuary; Slamaran*

PENDAHULUAN

Kota Pekalongan secara geografis terletak di posisi antara 6°50'42"-6°55'44"S lintang selatan dan 109°37'55"-109°42'19"E bujur timur. Kota Pekalongan dilewati beberapa aliran sungai salah satunya adalah Sungai Slamaran. Menurut Pradipta *et al.*, (2013), sungai Slamaran memiliki bagian muara sungai yang menghubungkan antara daerah aliran sungai (DAS) dengan perairan pantai. Ridarto *et al.*, (2023) menyatakan, bahwa terdapat aktivitas berupa kegiatan rumah tangga, industri, pertanian dan pertambakan yang menghasilkan limbah di sepanjang daerah aliran sungai Slamaran. Limbah yang masuk ke DAS Slamaran tersebut akan terurai menghasilkan nutrisi dan terbawa menuju muara sungai. Adanya tambak udang di dekat muara sungai Slamaran juga dapat mempengaruhi kandungan nutrisi melalui penguraian kotoran dan sisa pakan yang masuk ke laut. Haris dan Yusanti (2019) menyatakan, aktivitas budidaya ikan dapat mempengaruhi kualitas perairan melalui kotoran ikan dan limbah pakan ikan. Hal tersebut diduga memberikan dampak terhadap kelimpahan kandungan nutrisi di kawasan perairan muara Sungai Slamaran.

Fosfat merupakan salah satu nutrisi yang ada di perairan. Kandungan fosfat di perairan dapat dipengaruhi oleh material padatan tersuspensi (MPT). MPT terdiri dari bahan organik dan non organik. Bahan organik terdegradasi menjadi unsur ion sederhana (Maslukah *et al.*, 2019, 2021). Fosfat merupakan salah satu hasil degradasi tersebut, selain hasil pelapukan batuan yang mengandung fosfat. Sebaran kandungan fosfat dan MPT juga dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi karena muara sungai menjadi tempat yang paling dinamis dengan aktivitas oseanografi yang tinggi (Sarjono, 2009 dalam Safarudin *et al.*, 2019).

Penelitian fosfat sebelumnya oleh Raharjo *et al.*, (2016) menunjukkan, Fosfat memiliki pola sebaran yang tidak dipengaruhi oleh pola arus kemudian penelitian MPT sebelumnya oleh Damayanti *et al.*, (2013) menunjukkan, MPT memiliki pola sebaran yang dipengaruhi oleh arus sepanjang pantai (*longshore current*) Kedua penelitian tersebut dilakukan di Pantai Slamaran, Kota Pekalongan saat musim peralihan 1. Penelitian ini dilakukan di muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan saat musim timur. Tujuan penelitian ini untuk menentukan konsentrasi fosfat dan MPT dan menganalisa sebaran kandungannya serta menentukan korelasi antara sebaran fosfat dan sebaran MPT di muara Sungai Slamaran, Kota Pekalongan.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian adalah deskriptif kuantitatif yaitu metode penelitian yang mendapatkan nilai dari hasil analisa sampel (Lahopang *et al.*, 2023). Hasil tersebut ditafsirkan sesuai dengan nilai data untuk menjelaskan keadaan lapangan (Ashilah *et al.*, 2022). Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer dalam penelitian ini berupa data konsentrasi fosfat dan konsentrasi MPT yang diperoleh berdasarkan hasil analisis sampel air yang diambil dari perairan muara Sungai Slamaran. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data angin, data kedalaman perairan, data pasang surut, data presipitasi, dan arus diukur secara *insitu*. Data angin diperoleh dari *website* ECMWF. Data batimetri diperoleh dari *website* DEMNAS. Data pasang surut diperoleh dari *website* Ipassoet BIG. Data Citra satelit Sentinel 2 diunduh dari *website* USGS. Data presipitasi diperoleh di *website* POWER Dave

Pengambilan data lapangan penelitian dilakukan pada tanggal 17 Juli 2022 pukul 09:40 – 12:55 WIB saat kondisi pasang menuju surut. Titik sampel berjumlah 15 yang ditentukan dengan metode *cluster random sampling*. Metode ini adalah teknik sampling dengan mengambil bagian dari suatu luasan area kemudian dikelompokkan untuk diteliti lebih lanjut (Rahimallah *et al.*, 2022). Sampel air diambil di kedalaman 0,2 d. Sampel air kemudian disimpan di dalam botol polietilen yang sudah dibilas air laut sebanyak 3 kali. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kualitas dari sampel air laut (Puspitasari *et al.*, 2021).

Analisis kandungan fosfat menggunakan metode yang digunakan oleh Strickland dan Parson (1968). Metode tersebut menggunakan spektrofotometer UV. Sampel diteteskan dengan *mix reagen* dari *Ammonium molybdate*, asam sulfat, asam askorbat, dan *Potassium antimonyl-tartrate* sebanyak

1 ml dengan sampel 10 ml. *Mix reagen* dibuat dengan perbandingan masing-masing *reagen* 4:3:1:2. Hasil pengukuran memiliki satuan μM .

Analisa MPT menggunakan metode gravimetri. Metode gravimetri yang dipakai sesuai dengan pedoman SNI 6989.3:2019. Kertas saring ukuran $0,7 \mu\text{m}$ dipasangkan ke sistem vakum kemudian sampel air dilakukan filtrasi hingga selesai. Kertas saring ditimbang untuk melihat berat awal. Kertas saring dikeringkan menggunakan oven keadaan tertutup dengan suhu 103°C - 105°C . Kertas saring didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang lagi. Proses tersebut diulang mulai dari proses oven sampai penimbangan sehingga memperoleh berat tetap. Perhitungan MPT dirumuskan sebagai berikut:

$$MPT = \frac{(x - y)}{z} \times 1000$$

Keterangan: MPT = Material padatan tersuspensi (mg/L); x = Berat kertas saring dan MPT (mg); y = Berat kertas saring (mg); z = Volume sampel air (mL)

Metode Pengolahan Sebaran Fosfat dan MPT dan Pemodelan Arus Permukaan

Persebaran spasial di kedalaman 0,2d diolah menggunakan *Software ArcGis* 10.8. Peta lokasi daerah penelitian dibuat dengan citra yang diambil pada bulan juli 2022. Citra satelit dikoreksi menggunakan *software* Sen2Cor. Menurut Ridarto *et al.*, (2023), koreksi citra digunakan agar citra dapat mempresentasikan refleksi permukaan. Setelah dilakukan koreksi, citra diekstrak garis pantai menggunakan metode rasio band dan komposisi RGB. Teknik tersebut menampilkan batas daratan yang tertutupi oleh vegetasi dan batas perairan yang tidak tertutupi oleh vegetasi. *Normalized Difference Water Index* (NDWI) digunakan untuk membantu memperjelas garis pantai pada citra.

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR} = \frac{(Band\ 3 - Band8)}{(Band\ 3 + Band8)}$$

Metode interpolasi yang digunakan yaitu metode *Spline*. Menurut Ridarto *et al.*, (2023), *spline* mampu memisahkan nilai interpolasi *area of interest* dari batas wilayah model spasial. Model perairan diolah di *Software Mike* 21 menggunakan data angin, bathimetri, pasang surut dan Citra hasil digitasi Pantai Pekalongan. Data angin yang digunakan yaitu komponen u dan v yang kemudian diolah untuk mendapatkan arah dan kecepatan angin. Arah dan kecepatan angin dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$c = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \arctan \frac{u}{v}$$

Keterangan: c = kecepatan angin; u = kecepatan angin arah x; v = kecepatan angin arah y

Hasil model perairan diverifikasi menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dan MAE (*Mean Absolute Error*). Menurut Pratomo dan Aziz, (2020), Hasil perhitungan MAE dapat mendukung RMSE. Kedua metode tersebut dapat menentukan besaran nilai selisih antara nilai dari data lapangan dan model di fenomena alam yang sama (Ismunarti *et al.*, 2020). Rumus RMSE dan MAE dapat dilihat sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(x_{1i} - x_{2i})^2}{n}}$$

$$MAE = \frac{\sum|x_{1i} - x_{2i}|}{n}$$

Keterangan: x_{1i} = Data lapangan; x_{2i} = Data model; n = Jumlah sampel

Menurut Khotimah (2012) *dalam* Pratomo dan Aziz, (2020), klasifikasi tingkat kesalahan RMSE dan MAE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi nilai kesalahan RMSE dan MAE

No	Nilai RMSE dan MAE	Nilai Kesalahan
1	0,00 – 0,299	Kecil
2	0,30-0,599	Sedang
3	0,60-0,899	Besar
4	> 0,9	Sangat Besar

Analisa korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara kandungan fosfat dan MPT di perairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

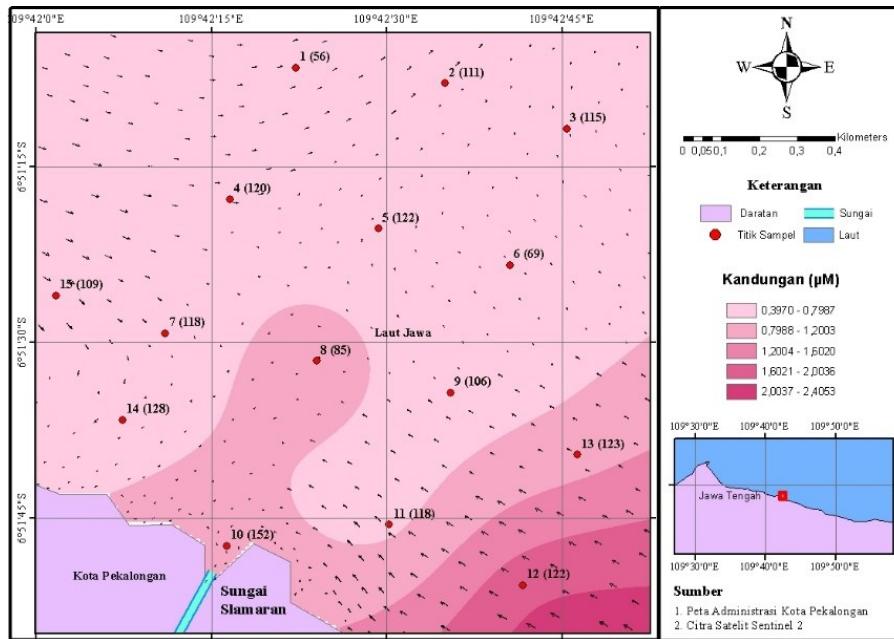
Hasil penelitian menunjukkan fosfat memiliki rentang kandungan 0.44–1,84 μM di perairan muara Sungai Slamaran. Fosfat memiliki kandungan tertinggi di stasiun 12 sedangkan terendah berada di stasiun 1, 2, dan 3 (Gambar 1.) Diduga adanya buangan limbah dari tambak ke laut memberikan kontribusi terhadap meningkatnya konsentrasi fosfat di perairan sekitarnya melalui pakan sisa dan feses. Iber dan Kasan (2021) berpendapat, pupuk dan pakan ikan memiliki kandungan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan perairan sehingga keduanya dapat menyumbang fosfor di perairan. Warna perairan saat pengambilan sampel berwarna hijau. Lautan dengan kelimpahan fitoplankton tinggi muncul nuansa biru-kehijauan tergantung kepadatan dan jenisnya (Mascarenhas dan Keck, 2018). Kelimpahan fitoplankton dipengaruhi kandungan fosfat (Marsela *et al.*, 2021). Stasiun 10 dan 8 memiliki kandungan fosfat yang besar karena berada di dekat muara sungai. Menurut Mishbach *et al.*, (2021), Maslukah *et al.*, (2020) dan Maslukah *et al.*, (2018), aktivitas masyarakat menghasilkan limbah domestik yang dibuang ke sungai kemudian mengalir ke muara sungai. Limbah domestik merupakan salah satu penyumbang fosfat di perairan. Hindaryani *et al.*, (2020) dan Latuconsina (2019) menyatakan, fosfat memiliki kandungan rendah karena letak stasiun yang jauh dari muara sungai sebagai sumber masukan fosfat.

Pada musim kemarau, kandungan fosfat di muara sungai bernilai rendah dibandingkan stasiun 12 yang berada dekat dengan tambak udang. Saat musim hujan, air dari darat akan masuk ke laut dalam jumlah yang besar. Menurut Damar *et al.*, (2019), kandungan nutrisi tertinggi saat di musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau karena sungai berperan dalam menyumbang nutrisi. Selain itu, aktivitas masyarakat juga mempengaruhi kandungan fosfat yang mengalir ke laut. Nugroho *et al.*, (2016) menjelaskan, aktivitas masyarakat terutama pertanian lebih intensif saat musim hujan sehingga fosfat dimungkinkan lebih besar dibandingkan musim kemarau. Hal yang sama terjadi di Teluk Ambon. Penelitian yang dilakukan oleh Ikhsani *et al.*, (2016) menunjukkan, kandungan fosfat yang besar disebabkan masa air kaya akan nutrisi masuk ke dalam teluk saat musim timur.

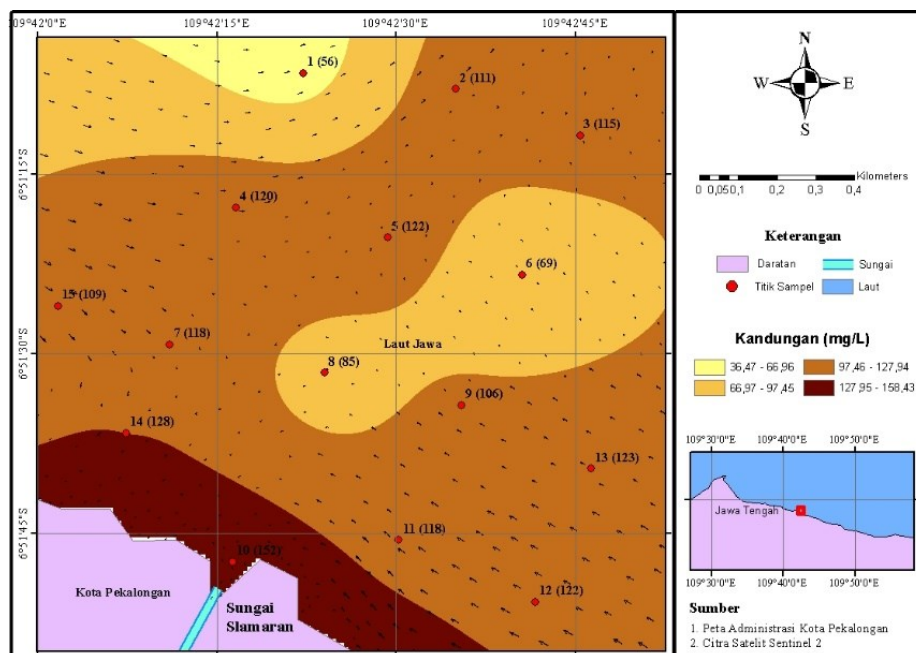
Hasil penelitian menunjukkan, MPT memiliki kandungan dengan rentang 56 mg/L - 152 mg/L di muara Sungai Slamaran. Pada Gambar 2. menunjukkan, bahwa MPT memiliki kandungan tertinggi di stasiun 10 dan 14 dengan nilai 152 mg/L dan 128 mg/L. Stasiun 10 dan 14 terletak di dekat muara sungai. Pada saat fase surut, MPT keluar dari sungai menuju ke laut. Muara sungai menjadi sumber masukan MPT dari darat ke laut. Selain itu, Arus memiliki kecepatan lebih tinggi di muara sungai dibandingkan dengan perairan lepas. Arus yang memiliki kecepatan tinggi mampu mengangkat MPT dari dasar ke permukaan. Fenomena tersebut dijelaskan oleh Handoyo *et al.*, (2020), bahwa muara sungai menjadi tempat keluar material-material yang berasal dari daerah aliran sungai, salah satunya MPT.

Kandungan MPT di stasiun 11, 12, dan 13 memiliki nilai 118 mg/L, 122 mg/L, dan 123 mg/L. MPT di stasiun tersebut memiliki sumber dari arus pasang surut timur ke barat. Arus pasang surut mampu membawa MPT dari daerah pesisir ke daerah perairan stasiun tersebut. Damayanti *et al.*, (2013) berpendapat, arus perairan mampu membawa MPT ke tempat satu ke tempat lainnya. Stasiun 1, 6, dan 8 memiliki kandungan MPT yang rendah sebesar 56 mg/L, 69 mg/L, dan 85 mg/L

dibandingkan stasiun lainnya. Arus akan tersebar dengan kecepatan yang lebih kecil setelah keluar melewati muara sungai. perairan menjadi tenang saat kondisi pasang menuju surut. Hal tersebut menyebabkan sebagian MPT akan mengendap seiring menjauh dari daratan. Kecepatan arus yang kecil tidak dapat menjangkau perairan yang lebih dalam untuk melakukan resuspensi sedimen. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Marwoto *et al.*, (2021), bahwa arus memiliki sedikit pengaruh dalam pengadukan substrat dasar perairan di laut lepas. Amna *et al.*, (2022) menjelaskan, MPT akan mengendap seiring menuju ke laut lepas



Gambar 1. Nilai kandungan fosfat di Perairan Muara Sungai Slamaran



Gambar 2. Nilai kandungan MPT di Perairan Muara Sungai Slamaran

Pada hari sebelum melakukan pengukuran di lapangan, Kota Pekalongan mengalami hujan ringan. Curah hujan yang tinggi berpengaruh terhadap nilai MPT di muara sungai. Air dari daratan akan mengalir dengan volume lebih banyak karena curah hujan yang tinggi. Air yang mengalir akan mengikis tanah dan membawa material tersebut ke muara sungai. Hal tersebut diperkuat oleh Wirasatriya *et al.*, (2023) melalui penelitiannya di Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang, bahwa MPT memiliki nilai tertinggi di musim hujan karena air hujan akan membawa material hasil erosi ke sungai kemudian mengalir sampai muara sungai.

Pemodelan arus menggunakan MIKE 21 menunjukkan, bahwa arahnya dominan menuju ke timur laut menjauhi daratan. Arus tersebut termasuk arus pasang surut. Model arus menunjukkan penurunan kecepatan di daerah perairan muara sungai. Penurunan kecepatan arus dikarenakan adanya pertemuan antara arus dari timur dan barat sebelum bergerak ke arah timur laut. Kecepatan rata-rata arus laut yang dihasilkan melalui model adalah 0,3 m/s. Safarudin *et al.*, (2019) menjelaskan, Arus surut yang berlawanan dengan arus ke pantai menimbulkan kecepatan arus mulai mengecil. Selain itu, Arah arus memiliki arah membelok menuju ke laut lepas. Hal tersebut disebabkan topografi perairan yang memiliki pola dangkal ke arah laut. Suprpto *et al.*, (2015) menjelaskan, bahwa pola arus saat surut yang mulai menuju ke muara sungai kemudian menjauh ke arah laut lepas. Pencampuran masa air saat surut dan ujung muara sungai merupakan perairan yang dangkal menjadi faktor dari pola arus tersebut.

Hasil model arus diverifikasi menggunakan metode RMSE dan MAE. Hasil verifikasi menunjukkan nilai RMSE dan MAE pasang surut adalah 0,2933 dan 0,2496 sedangkan data arus memiliki nilai 0,1241 dan 0,0332. Kedua nilai tersebut diklasifikasi tergolong nilai kesalahan yang kecil. Menurut Maryan *et al.*, (2021), nilai RMSE semakin kecil ($<0,3$) maka model yang dibuat mendekati kondisi lapangan.

Korelasi antara fosfat dan MPT menghasilkan nilai positif yaitu 0.301. Hubungan Fosfat dan MPT bersifat searah. Miftahuddin *et al.*, (2021) menjelaskan, nilai positif dan negatif melambangkan arah hubungan yaitu positif searah dan negatif berlawanan arah. Hal tersebut menunjukkan, jika kandungan fosfat tinggi, maka kandungan MPT juga bernilai tinggi. Selain itu, Nilai 0.301 diklasifikasikan nilai korelasi yang lemah. Signifikansi menghasilkan nilai 0.276. Nilai tersebut menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan antara fosfat dan MPT. Menurut Safitri (2016), Jika nilai signifikan (2-tailed) kurang dari 0,05 maka terdapat hubungan signifikan antara variabel dan sebaliknya. Pada uji regresi linear baik fosfat terhadap MPT dan sebaliknya menunjukkan nilai R square sebesar 0,0903. Nilai tersebut menunjukkan keduanya saling memiliki pengaruh di muara Sungai Slamaran. Menurut Aryani dan Gustian (2020), Nilai R square memiliki rentang nilai 0-1. Nilai R square yang semakin besar menunjukkan pengaruh antar variabel semakin besar dan sebaliknya. Dari hal tersebut, MPT memiliki pengaruh yang lemah terhadap Fosfat di muara Sungai Slamaran. Keduanya memiliki korelasi yang lemah dan hubungannya bersifat searah di permukaan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian di perairan muara Sungai Slamaran menunjukkan bahwa konsentrasi Fosfat di muara sungai Slamaran memiliki rentang 0.44–1,84 μM , sedangkan konsentrasi MPT memiliki rentang 56-152 mg/L. Fosfat dan MPT di muara Sungai Slamaran diduga mendapat pengaruh dari masukan yang dibawa aliran sungai serta masukan dari tambak udang yang ada disekitarnya. Konsentrasi Fosfat dan konsentrasi MPT di perairan muara Sungai Slamaran memiliki keterkaitan yang tidak cukup kuat dengan koefisien korelasi sebesar 0,301.

DAFTAR PUSTAKA

- Amna, A.M., Maslukah, L., & Wulandari, S. Y. 2022. Distribusi Horizontal Klorofil-A dan Material Padatan Tersuspensi di Muara Bodri, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(2): 232-240.
- Aryani, Y., & Gustian, D. 2020. Sistem Informasi Penjualan Barang Dengan Metode Regresi Linear Berganda Dalam Prediksi Pendapatan Perusahaan. *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi*, 2(2): 39-51.

- Ashilah, A.A., Wirasatriya, A., & Handoyo, G. 2022. Analisis Variabel Fisika Perairan Terhadap Kuantitas Produksi Garam di Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2): 68-76.
- BSN. 2019. Air dan Air Limbah-Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solid/TSS) secara gravimetri. SNI 6989.3-2019. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Damar, A., Hesse, K. J., Colijn, F., & Vitner, Y. 2019. The eutrophication states of the Indonesian sea large marine ecosystem: Jakarta Bay, 2001–2013. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 163: 72-86.
- Damayanti, R., Hariadi, H., & Atmodjo, W. 2013. Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Muatan Padatan Tersuspensi Di Pantai Slamaran Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 2(1): 128-142.
- 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.
- Haris, R.B.K., & Yusanti, I. A. 2019. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Keramba Jaring Apung di Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 8(1): 20-30.
- Hindaryani, I.P., Zainuri, M., Rochaddi, B., Wulandari, S.Y., Maslukah, L., Purwanto, P., & Rifai, A. 2020. Pola Arus Terhadap Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Pantai Mangunharjo, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 313-323.
- Iber, B.T., & Kasan, N.A. 2021. Recent advances in Shrimp aquaculture wastewater management. *Heliyon*, 7(11): 1-9.
- Ikhsani, I.Y., Abdul, M.S., & Lekalet, J.D. 2016. Distribusi fosfat dan nitrat di Teluk Ambon bagian dalam pada musim barat dan timur. *Widyariset*, 2(2): 86-95.
- Ismunarti, D.H., Zainuri, M., Sugianto, D.N., & Saputra, S.W. 2020. Pengujian Reliabilitas Instrumen Terhadap Variabel Kontinu Untuk Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a Perairan. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(1): 1-8.
- Lahopang, V.R.A., Widada, S., & Atmodjo, W. 2023. Studi sebaran ukuran butir sedimen dasar di muara sungai sragi baru, kecamatan wonokerto, kabupaten pekalongan, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(1): 18-27.
- Latuconsina, H. 2019. Ekologi perairan tropis: prinsip dasar pengelolaan sumber daya hayati perairan. Yogyakarta: UGM PRESS.
- Marsela, K., Hamdani, H., Anna, Z., & Herawati, H. 2021. The relation of nitrate and phosphate to phytoplankton abundance in the upstream Citarum River, West Java, Indonesia. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 11(5): 21-31.
- Marwoto, J., Windyartanti, O., & Muslim, M. 2021. Pengaruh Padatan Tersuspensi terhadap Konsentrasi Klorofil-a dan Fosfat Inorganik Terlarut di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2): 223-231.
- Maryan, Y.S., Pranowo, W.S., Adrianto, D., Kurniawan, A., Sukoco, N.B., & Astika, I.M.J. 2021. Modeling The Hydrodynamic Characteristics of Tidal And Monsoonal Currents In Pondok Dayung Port of Tanjung Priok Harbor, Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 925(1): p. 012059. DOI: 10.1088/1755-1315/925/1/012059
- Mascarenhas, V., & Keck, T. 2018. Marine optics and ocean color remote sensing. *YOUMARES 8–Oceans Across Boundaries: Learning from each other: Proceedings of the 2017 conference for YOUnG MARine REsearchers in Kiel, Germany*. p41-54. DOI: 10.1007/978-3-319-93284-2_4
- Maslukah, L., Wirasatriya, A., Yusuf, M., Sari, R. S., Salma, U., & Zainuri, M. 2021. Distribution of Phosphorus Fraction in Surface Sediments of the Jobokuto Bay, Jepara. *Molekul*, 16(2): 100-109.
- Maslukah, L., Wulandari, S.Y., & Prasetyawan, I.B. 2018. The Estuaries Contribution for Supplying Nutrients (N and P) in Jepara Using Numerical Modelling Approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 16(1), p. 012072. DOI: 10.1088/1755-1315/116/1/012072
- 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.

- 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. *Journal of Ecological Engineering*, 21(3): 135-142.
- Miftahuddin, M., Sitanggang, A.P., & Setiawan, I. 2021. Analisis Hubungan Antara Kelembaban Relatif Dengan Beberapa Variabel Iklim Dengan Pendekatan Korelasi Pearson Di Samudera Hindia. *Jurnal Siger Matematika*, 2(1): 25-33.
- Mishbach, I., Zainuri, M., Widianingsih, W., Kusumaningrum, H. P., Sugianto, D. N., & Pribadi, R. 2021. Analisis Nitrat dan Fosfat Terhadap Sebaran Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kesuburan Perairan Muara Sungai Bodri. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1): 88-104.
- Nugroho, A.R., Akhwady, R., Metakaryanto, D., & Yahya, F. 2016. Studi model distribusi pencemaran di pantai utara Jawa Tengah menggunakan model MIKE 21 ECOLab. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 8(2): 89-100.
- Pradipta, Y., Saputro, S., & Satriadi, A. 2013. Laju Sedimenasi Di Muara Sungai Slamaran Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 2(4): 378-386.
- Pratomo, D.G., & Aziz, M.R.F. 2020. Optimasi Penggunaan Sedimen Trap Pada Alur Pelayaran Barat Surabaya Menggunakan Pemodelan Transpor Sedimen (Studi Kasus: Alur Pelayaran Barat Surabaya, Jawa Timur). *Geoid*, 15(2): 228-239.
- Puspitasari, A.A., Zainuri, M., Setiyono, H., Wulandari, S.Y., & Maslukah, L. 2021. Analisis Sebaran Kandungan Fosfat di Muara Sungai Bodri, Kendal Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1): 120-127.
- Raharjo, M., Muslim, M., & Maslukah, L. 2016. Sebaran Konsentrasi Nitrat, Fosfat Dan Klorofil-a Di Perairan Pantai Slamaran Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 5(4): 462-469.
- Rahimallah, M.T.A., Saputra, A.N., Khaldun, R. Asriani, I., Amiruddin, A., & Utami, A.N.F. 2022. *Dasar-Dasar Statistik Sosial*. Kendari: Literasi Indonesia.
- Ridarto, A.K.Y., Zainuri, M., Helmi, M., Kunarso, K., Baskoro, B., Maslukah, L., Endrawati, H., Handoyo, G., & 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.
- Safarudin, Haya, L.O.M.Y., & Takwir, A. 2019. Pola Sebaran Material Padatan Tersuspensi (MPT) di Perairan Muara Sungai La Balano Kabupaten Muna. *Sapa Laut*, 4(2): 79-87.
- Safitri, W.R. 2016. Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue dengan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya Pada Tahun 2012-2014: Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship Between City Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*, 2(2): 21-29.
- Strickland, J.D.H., & Parsons, T.R. 1968. *Determination of reactive phosphorus*. In: A Practical Handbook of Seawater Analysis. Canada: Fisheries Research Board of Canada.
- Suprpto, S. S., Atmodjo, W., & Widada, S. 2015. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Muatan Padatan Tersuspensi Di Perairan Morodemak. *Journal of Oceanography*, 4(4): 651-660.
- Wirasatriya, A., Maslukah, L., Indrayanti, E., Yusuf, M., Milenia, A.P., Adam, A.A., & 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: 1-8. DOI: 10.1016/j.rsma.2022.102735