

Karbon Organik Total dan Fosfat pada Sedimen Dasar Muara Sungai Genuk, Semarang

Hudiya Izzatul Iman*, Muhammad Zainuri, dan Alfi Satriadi

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

Email: *hudiya.izzatul@gmail.com

Abstrak

Muara Sungai Genuk merupakan wilayah yang mengalami degradasi karena keberadaan limbah sehingga warna air sungai berubah menjadi kehitaman dan mengandung bahan beracun. Kegiatan domestik, perikanan, dan aktivitas manusia menyumbangkan buangan limbah yang tidak sedikit dan menimbulkan pencemaran air. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui konsentrasi Karbon Organik Total (KOT) dan fosfat serta hubungan keduanya pada sedimen dasar di Muara Sungai Genuk, Semarang. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif berdasarkan pengambilan sampel in-situ pada 25 Oktober 2021. Pengamatan dilakukan pada 10 stasiun, menyebar dari muara ke arah lepas pantai. Analisis jenis sedimen dan KOT dilakukan di Laboratorium Geologi Oseanografi, FPIK dan konsentrasi fosfat di Laboratorium Teknik Lingkungan, FT Undip. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi KOT dalam sedimen dasar di 10 stasiun yang diambil berkisar antara 4,64% – 14,09%. Hal ini terkait dengan terendapkannya limbah dalam bentuk bahan organik dan fosfat dari melalui masukan aliran air sungai dan pada saat arus tenang mengalami proses pengendapan dalam sedimen. Keterkaitan KOT dengan jenis sedimen dasar memiliki nilai koefisien korelasi $r = 0.54$, menunjukkan bahwa konsentrasi KOT memiliki korelasi positif dengan jenis sedimen dasar lanau, akibat dari suplai limbah yang mengandung bahan organik secara terus menerus dan mudah terikat dengan sedimen dasar halus. Sedimen dasar yang dijumpai pada Muara Sungai Genuk didominasi lanau akibat interaksi fisika-kimia perairan dan terendapkan dalam sedimen.

Kata kunci: Karbon Organik Total, fosfat, sedimen, Muara Sungai Genuk, Semarang

Abstract

Chlorophyll-a Distribution Pattern in Pekalongan to Kendal Waters Based on Sentinel Data

The mouth of the Genuk River is an area that is experiencing degradation due to the presence of waste, so that the color of the river water changes to black and contains toxic materials. Domestic activities, fisheries, and human activities contribute quite a bit of waste and cause water pollution. The aim of this research is to determine the concentration of total organic carbon (KOT) and phosphate and their relationship in bottom sediments at the Genuk River Estuary, Semarang. The research used quantitative and descriptive methods based on in-situ sampling on October 25, 2021. Observations were carried out at 10 stations, spread from the estuary to the offshore. Analysis of sediment types and KOT was carried out at the Geology Oceanography Laboratory, FPIK, and phosphate concentration at the Environmental Engineering Laboratory, FT Undip. The research results showed that the concentration of KOT in the bottom sediment at the 10 stations taken ranged between 4.64% and 14.09%. This is related to the deposition of waste in the form of organic material and phosphate from the input of river water, and when the flow is calm, it experiences a deposition process in sediment. The relationship between KOT and the type of bottom sediment has a correlation coefficient value of $r = 0.54$, indicating that the concentration of KOT has a positive correlation with the type of bottom sediment silt as a result of the continuous supply of waste containing organic material and easily bound to fine bottom sediment. The bottom sediment found at the Genuk River Estuary is dominated by silt due to the physico-chemical interactions of the waters and is deposited in the sediment.

Keywords: Total Organic Carbon, phosphate, sediment, Genuk River Estuary, Semarang

PENDAHULUAN

Kecamatan Genuk merupakan salah satu dari 16 kecamatan di Kota Semarang yang memiliki keadaan topografis wilayah berupa dataran rendah dengan ketinggian tanah dari permukaan air laut 0 – 2,5 m. Sebagian wilayah Kecamatan Genuk merupakan kawasan industri diikuti dengan peningkatan jumlah penduduk dan pemukiman setiap tahunnya. Kegiatan domestik, perikanan, dan aktivitas manusia lainnya menyumbang jumlah buangan limbah yang tidak sedikit dan dapat menimbulkan dampak pencemaran air (Wulandari *et al.*,

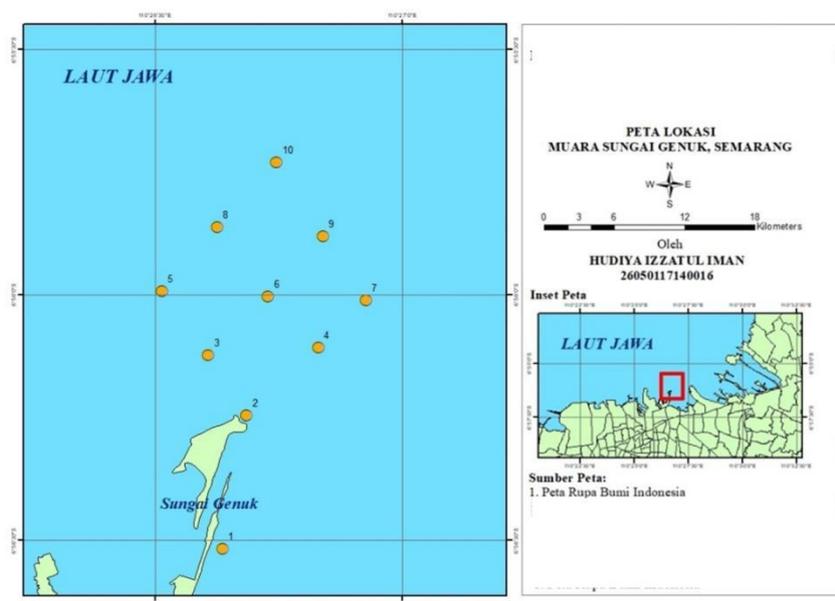
2014).

Karbon Organik Total (KOT) merupakan komponen penting dalam kehidupan organisme laut dan fosfat merupakan sumber zat hara bagi organisme laut seperti fitoplankton. Sumber utama KOT berasal dari daratan yang terbawa bersama aliran sungai (Maslukah *et al.*, 2014). Meskipun perairan itu sendiri juga memproduksi bahan organik. Bahan organik selama berada diperairan akan mengalami proses degradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana, termasuk nutrien fosfat dan sebagian mengalami proses pengendapan secara langsung. Maslukah *et al.* (2014) menjelaskan bahwa melimpahnya bahan organik diperairan akan diikuti melimpahnya fosfat. Sedimen berfungsi sebagai tempat terakumulasinya bahan organik dan fosfat. Baik KOT maupun fosfat memiliki peran penting sebagai regenerasi nutrient di kolom perairan dan keberadaannya sering dapat dijadikan indikator kualitas perairan (Jubaedah *et al.*, 2021). Limbah yang berasal dari kegiatan domestik secara terus menerus yang menjadi sumber bahan organik, dapat menurunkan kualitas perairan jika melebihi ambang batas baku mutu. Baik material terlarut maupun tersuspensi yang terdapat di sepanjang sungai akan masuk keperairan melalui muara dan dapat memberikan pengaruh berupa perubahan sifat kimia dan fisika perairan. Seiring dengan tumbuhnya aktivitas manusia, bahan organik yang terakumulasi di sedimen akan semakin meningkat. Penurunan kualitas perairan yang terjadi dapat membahayakan kehidupan organisme perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan dan sebaran karbon organik total dan fosfat pada sedimen serta klasifikasi hubungan antara karbon organik total dan fosfat dalam sedimen dasar.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah sedimen dasar yang diambil di Muara Sungai Genuk. Beberapa parameter seperti konsentrasi karbon organik total, kandungan fosfat, dan jenis ukuran butir dilakukan pengukuran dari sedimen dasar yang sudah diperoleh. Data sekunder diambil secara insitu yang digunakan sebagai data penunjang meliputi suhu, salinitas, dan pH sedimen dan DO.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan Analisa deskriptif untuk menjelaskan kandungan karbon organik total dan fosfat dalam sedimen serta hubungannya dengan parameter oseanografi berupa pH sedimen, suhu dan salinitas di Muara Sungai Genuk. Lokasi penelitian berada pada Muara Sungai Genuk hingga ke laut lepas dengan 10 titik penelitian yang berbeda (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Perolehan data dilakukan secara insitu. Sedimen dasar sebanyak kurang lebih 1 kg, kecepatan arus, suhu, salinitas, dan pH diambil pada 10 titik lokasi di Muara Sungai Genuk yang ditentukan dengan metode purposive sampling. 10 titik lokasi ini ditentukan dengan pertimbangan pada stasiun 1 berada di mulut muara

sebagai masukan awal dari sungai, stasiun 2, 3, dan 4 berada pada muara sungai bagian dalam, stasiun 5, 6, dan 7 berada pada muara sungai bagian tengah, dan stasiun 8, 9, dan 10 berada pada muara sungai bagian luar yang dipengaruhi laut. Kandungan karbon organik total, fosfat, dan jenis butir sedimen diperoleh dari sedimen dasar yang sama.

Metode Pengolahan Data

Kandungan karbon organik total dianalisis dengan menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI) yang dapat menentukan kandungan karbon organik dalam sedimen dengan menggunakan hubungan linear antara nilai LOI dan kandungan karbon organik inorganik (Meng *et al.*, 2014). Sampel sedimen kering diambil sebanyak 5gr kemudian direndam dengan HCL 6 M sebanyak 10 ml untuk menghilangkan total inorganic carbon. Sedimen kemudian dibilas hingga berwarna bening dengan aquades untuk menghilangkan kandungan garamnya. Sampel sedimen kemudian dioven dengan suhu 60°C hingga mencapai kondisi kering kemudian masukkan dalam desikator untuk menurunkan suhunya. Setelah itu sampel ditimbang sebagai berat awal sampel sedimen. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam muffle furnace dan dipanaskan pada suhu 550°C selama 5 – 6 jam dan masukkan ke desikator setelahnya untuk mendinginkan. Sampel ditimbang kembali sebagai berat akhir (Alviandini *et al.*, 2019).

Setelah pengabuan selesai dilakukan dan didapatkan % loss on ignition, perhitungan dilakukan menggunakan rumus persamaan menurut Supono (2004) sebagai berikut:

$$\%KOT = \frac{(W_o - W_t)}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan:

- KOT : Karbon Organik Total
- W_o : Berat awal (gr)
- W_t : Berat akhir (gr)

Uji fosfat dalam sedimen menggunakan metode destruksi basah dan spektrofotometri yang mengacu pada Sudjadi *et al.* (1971). Sampel sedimen halus ukuran <2 mm diperlukan dalam pengukuran fosfat yang kemudian diencerkan. Persiapan pengujian dilakukan terlebih dahulu dengan cara membuat larutan pereaksi P pekat, larutan pereaksi pewarna P, larutan standar induk PO₄ dan deret standar PO₄. Sampel sedimen halus ditimbang sebanyak 2 g dan dimasukkan ke dalam botol kocok. HCL 25% ditambahkan sebanyak 10 ml lalu kocok dengan mesin kocok selama 5 jam. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dibiarkan semalam. Ekstrak jenis sampel sebanyak 0.5 ml dilakukan pemipetan ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 9.5 ml air bebas ion dan dikocok. Pipet ekstrak encer sampel sebanyak 2 ml dan dimasukkan ke dalam masing-masing deret standar 2 ml dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan larutan pereaksi P sebanyak 10 ml lalu dikocok. Diamkan selama 30 menit lalu absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

Rumus yang digunakan untuk menentukan konsentrasi fosfat berdasarkan Sudjadi *et al.* (1971) adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar P potensial P}_2\text{O}_5 = \text{ppm kurva} \times \left(\frac{\text{ml ekstrak}}{1000 \text{ ml}} \right) \times \left(\frac{100 \text{g}}{\text{g contoh}} \right) \times \text{fp} \times \frac{142}{190} \times \text{fk}$$

Keterangan:

- Kadar P potensial P₂O₅ (100 gr)⁻¹
- ppm kurva : kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara ladar deret standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko
- fk : faktor koreksi kadar air = 100(100 - % kadar air)
- fp : faktor pengenceran
- 142/190 : faktor konversi bentuk PO₄ menjadi P₂O₅

Persamaan di atas dikonversikan ke dalam bentuk persentase dengan cara menyamakan satuan dasar fosfat dengan satuan dasar karbon organik total agar satuan fosfat memiliki kedudukan yang sama dengan satuan karbon organik total yaitu dalam bentuk persentase.

Analisis ukuran butir sedimen dilakukan menggunakan metode granulometri dengan cara pengayakan dan pemipetan. Hal ini dilakukan agar sampel sedimen dapat diklasifikasikan menurut ukuran butirnya. Sampel sedimen yang sudah dikeringkan diayak dengan shaker dengan ukuran saringan 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm dan 0,063 mm. Masing-masing ukuran kemudian ditimbang. Sampel sedimen yang lolos saringan 0,063 mm dilarutkan dengan aquades dan dilakukan pemipetan dalam gelas ukur dengan volume 1000 ml. Sampel diaduk hingga homogen dan dilakukan pemipetan sesuai dengan waktu dan kedalaman pipet terhadap muka air. Hasil ukuran butiran sedimen selanjutnya diolah dalam software excel dan diplot dengan Sieve Graph. Setelahnya diplotkan juga ke dalam penamaan sedimen dengan skala Wenworth (Fitriyah *et al.*, 2016).

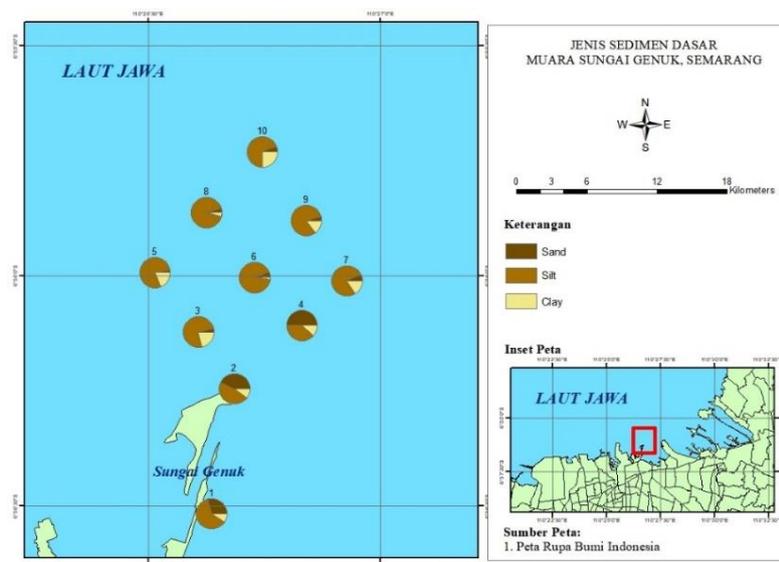
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Butir Sedimen

Berdasarkan analisis sedimen dasar Muara Sungai Genuk, Semarang, menggunakan analisis sheppard terdapat 4 jenis sedimen yaitu lanau berpasir, lanau berlempung, pasir berlanau, dan lanau. Sedimen dasar di Muara Sungai Genuk didominasi jenis sedimen lanau pada stasiun 5, stasiun 6, stasiun 7, stasiun 8, dan stasiun 9. Sedimen dasar pada Muara Sungai Genuk didominasi oleh jenis sedimen lanau (Gambar 2).

Karbon Organik Total (KOT) dan Fosfat

Total Karbon Organik Total (KOT) yang terkandung dalam sedimen dasar di 10 stasiun Muara Sungai Genuk berkisar antara 4.64% – 14.09%. Konsentrasi KOT tertinggi berada pada stasiun 7 dengan nilai 14.09% dan terendah pada stasiun 4 dengan nilai 4.64%. Konsentrasi yang lebih rendah dari stasiun dengan nilai tertinggi selanjutnya adalah stasiun 8 dan 3 dengan nilai 12.02%–13.23%. Konsentrasi yang memiliki nilai lebih tinggi dari stasiun dengan nilai terendah adalah stasiun 6, stasiun 9, stasiun 2, stasiun 1, dan stasiun 10 dengan nilai berkisar pada 8% – 8.82%. Konsentrasi fosfat dalam bentuk yang terkandung di dalam sedimen dasar di 10 stasiun Muara Sungai Genuk berkisar antara 0.119% – 0.35%. Konsentrasi fosfat tertinggi berada pada stasiun 1 dengan nilai 0.35% dan terendah pada stasiun 6 dengan nilai 0.119%. Konsentrasi yang lebih rendah dari stasiun dengan nilai tertinggi selanjutnya adalah stasiun 5 dan 3 dengan nilai 0.22%–0.23%. Konsentrasi yang memiliki nilai lebih tinggi dari stasiun dengan nilai terendah adalah stasiun 7, stasiun 4, stasiun 10, stasiun 2, stasiun 8 dan stasiun 9 dengan nilai berkisar pada 0.141% – 0.193% (Tabel 1).



Gambar 2. Sebaran Jenis Sedimen Dasar di Muara Sungai Genuk, Semarang

Tabel 1. Konsentrasi Karbon Organik Total (KOT) dan Fosfat Sedimen Dasar Muara Sungai Genuk, Semarang

Lattitude	Longitude	Stasiun	Konsentrasi KOT (%)	Konsentrasi Fosfat (%)	Konsentrasi Fosfat (mg/kg)
-6.941958	110.443939	Stasiun 1	8.59	0.35	3.5
-6.937428	110.444756	Stasiun 2	8.48	0.166	1.66
-6.935375	110.443464	Stasiun 3	13.23	0.23	2.3
-6.935136	110.447178	Stasiun 4	4.64	0.143	1.43
-6.933214	110.441897	Stasiun 5	9.29	0.223	2.23
-6.933397	110.445483	Stasiun 6	8	0.119	1.19
-6.933519	110.448794	Stasiun 7	14.09	0.141	1.41
-6.931044	110.443753	Stasiun 8	12.02	0.188	1.88
-6.931331	110.447336	Stasiun 9	8.1	0.193	1.93
-6.928836	110.445758	Stasiun 10	8.82	0.147	1.47

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi KOT di Perairan Muara Sungai Genuk, Semarang memiliki konsentrasi KOT tertinggi berada pada stasiun 7 yang berada dekat dengan muara sungai dan limbah rumah tangga dan industri, sedangkan konsentrasi KOT terendah terdapat pada stasiun 4 yang lebih dekat dengan daratan dan pemukiman. Nilai KOT tersebut lebih banyak dipengaruhi oleh limbah yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan manusia. Limbah yang dibuang pada badan air di Sungai dan mengalir menuju muara, dipengaruhi oleh berbagai parameter oseanografi, seperti pasang surut, arus menyusur pantai, kedalaman dan terjadinya proses pengadukan. Maslukah *et al.* (2017) menyatakan bahwa keberadaan bahan organik total di perairan sungai dan muara merupakan limbah dari berbagai kegiatan manusia.

Mujiyanto dan Purnamaningtyas (2019) menyatakan bahwa karakteristik muara sungai dan estuaria akan dapat dikenali dengan kandungan bahan organik total serta kandungan fosfat, dimana mengalami proses dan siklus degradasi secara terus menerus, yang pada akhirnya terendapkan dalam sedimen. Bradley *et al.* (2022) menyimpulkan bahwa proses pengendapan fosfat pada sedimen di muara dan estuari merupakan bagian dari siklus transfer karbon organik yang dipengaruhi oleh berbagai parameter perairan, sehingga mempunyai karakteristik yang sesuai dengan kondisi fisik dari muara sungai tersebut. Dengan demikian kandungan bahan organik total (KOT) dan fosfat yang berada di Muara Sungai Genuk, dapat disimpulkan sebagai terendapnya limbah dalam bentuk bahan organik, dan memberikan peluang terjadinya endapan fosfat dari degradasi limbah tersebut ke dalam sedimen.

Barus *et al.* (2020) mengklasifikasikan konsentrasi fosfat dalam sedimen bagi perairan dengan nilai berkisar sebagai berikut: <3 mg/kg= sangat rendah; 3-7 mg/kg= rendah; 7-20= sedang; dan >20 mg/kg= tinggi. Konsentrasi fosfat pada sedimen dasar di stasiun 1 menunjukkan nilai yang rendah sedangkan di stasiun 2,3,4,5,6,7,8,9, dan 10 memiliki nilai yang sangat rendah. Konsentrasi fosfat pada stasiun 1 memiliki nilai yang lebih tinggi daripada stasiun lainnya karena berada tepat pada muara sungai yang mendapatkan masukan limbah langsung dari aktivitas domestik dan aktivitas harian pemukiman yang berada tepat di sepanjang Muara Sungai Genuk.

Hasil keterkaitan antara Karbon Organik Total (KOT), fosfat, dan jenis sedimen dapat dilihat dari koefisien korelasi yang didapatkan. Hubungan antara konsentrasi KOT dengan jenis sedimen dasar dominan lanau memiliki nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0.5357$. Sedangkan hubungan antara konsentrasi fosfat dengan jenis sedimen dasar dominan lanau memiliki nilai koefisien korelasi $r = -0.0705$. Konsentrasi karbon organik total dengan fosfat pada sedimen dasar memiliki nilai koefisien korelasi $r = 0.0889$. Berdasarkan penafsiran hasil koefisien korelasi menurut Riyanti *et al.* (2020) hubungan antara karbon organik total dengan jenis sedimen dasar lanau memiliki korelasi sedang. Hubungan antara fosfat dengan jenis sedimen dasar lanau memiliki korelasi yang sangat rendah. Hubungan antara konsentrasi karbon organik total dengan fosfat dalam sedimen dasar pun memiliki korelasi yang rendah.

Nilai korelasi koefisien ini menunjukkan bahwa konsentrasi karbon organik total memiliki kaitan yang cukup baik dengan jenis sedimen dasar lanau, sedangkan konsentrasi fosfat memiliki kaitan yang lemah dengan jenis sedimen dasar lanau. Tingginya konsentrasi karbon organik total dalam suatu sedimen dasar pun lemah kaitannya dengan konsentrasi fosfat yang ada dalam sedimen dasar yang sama. Hal ini dapat terjadi karena

selain adanya proses pengikatan fosfat terlarut pada sedimen dasar, dapat terjadi pula proses pelepasan fosfat yang sudah terikat di dalam sedimen kembali ke kolom air. Muara sungai genuk didominasi aktivitas domestik dan aktivitas perikanan yang menjadikan sedimen dasar pada wilayah tersebut cenderung mengalami proses pengadukan dan tidak terendap terlalu lama.

Berdasarkan kepada komponen penyusun dari sedimen yang dijumpai pada Muara Sungai Genuk, terdiri dari pasir, lanau dan lempung. Jenis sedimen di Muara Sungai Genuk didominasi oleh jenis lanau. Hal tersebut menunjukkan bahwa sedimen di Muara Sungai Genuk, memiliki sedimen yang terkait dengan jenis alluvial dan mengalami siklus degradasi. Semakin halus ukuran butir sedimen, maka semakin baik pula sedimen dasar dapat mengikat bahan organik seperti karbon organik total.

KESIMPULAN

Konsentrasi Karbon Organik Total (KOT) dalam sedimen dasar di 10 stasiun Muara Sungai Genuk terkait erat dengan terendapkannya limbah dalam bentuk bahan organik, dan fosfat dari degradasi limbah tersebut ke dalam sedimen. Keterkaitan KOT dengan fosfat pada sedimen dasar memiliki kaitan yang lemah, menunjukkan bahwa fosfat yang terendap di dalam sedimen di Muara Sungai Genuk memiliki kaitan yang lemah dengan konsentrasi KOT pada sedimen dasar. Hal ini tidak terlepas dari kegiatan domestik yang menyebabkan pengadukan sedimen dan pelepasan kembali fosfat dari sedimen ke kolom air. KOT memiliki kaitan yang cukup baik dengan jenis sedimen lanau. Sedimen halus seperti lanau dapat mengikat kandungan karbon organik dengan cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviandini, N. B., Muslim, Wahyu R. P., dan Sri Y. W. 2016. Aktivitas NORM pada Sedimen Dasar di Perairan PLTU Tanjung Jati Jepara dan Kaitannya dengan Ukuran Butir Sedimen serta TOC. *Eksplorium*, 20(2):4.
- Barus, B. S., Roy Y. M., dan Miko B. 2020. Kandungan Karbon Organik Total dan Fosfat pada Sedimen di Perairan Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2):1-3.
- Bradley, J.A., Hülse, D., LaRowe, D.E. *et al.* *Transfer efficiency of organic carbon in marine sediments*. *Nat Commun* 13, 7297 (2022).
- Fitriyah, N. Z. A., Wulandari, S.Y., dan Widada, S. 2016. Distribusi Kandungan Karbon Organik Total dan *Bioavailable Phosphate* (BAP) dalam Sedimen di Perairan Sluke, Rembang. *Jurnal Oseanografi*, 5(1):2-5.
- Jubaedah, S., Wulandari, S.Y., Zainuri, M., Maslukah, L., Ismunarti, D.H. 2021. Studi Kandungan Bahan Organik di Perairan Muara Sungai Jajar, Kabupaten Demak, Jawa Tengah, *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3): 230-236. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i3.11442>
- Maslukah, L., Indrayanti, E., Rifai, A. 2014. Sebaran material organik dan zat hara oleh arus pasang surut di Muara Sungai Demaan, Jepara. *ILMU KELAUTAN*, 19(4):189-194
- Maslukah, L., Wulandari, S.Y. and Yasrida, A. 2017. Rasio Organik Karbon Terhadap Fosfor Dalam Sedimen Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, Vol. 6(1) : 39-45
- Meng, J., P. Yao, Z. Yu, T. S. Bianchi, B. Zhao, H. Pan and D. Li. 2014. *Speciation, Bioavailability and Preservation of Phosphorus of the Changjiang Estuary and Adjacent East China Sea Inner Shelf*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*., 144:27-38.
- Mujiyanto dan Punamaningtyas. S. E. 2020. Karakteristik Fisika Kimia Perairan di Estuari dan Pesisir Muara Gembong.
- Riyanti, V., Nope, M.T., Slow, L. 2020. Pengaruh Metode Numbered Head Together Berbantuan Media Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Dalam Materi Bangun Ruang. *Jurnal Pembelajaran Prospektif*, 5(2).
- Sudjadi, M., I.M. Widjik S. dan Soleh, M. 1971. Penuntun Analisa Tanah. Publikasi No. 10/71, Lembaga Penelitian Tanah, Bogor.
- Wulandari, S. Y., Yusuf, M. dan Muslim. 2014. Kajian Konsentrasi Dan Sebaran Parameter Kualitas Air Di Perairan Pantai Genuk, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 3(1):1.