

# KONSENTRASI KARBON ORGANIK DAN LOGAM BERAT (Cu, Fe, Mn, Pb) SEDIMEN DI SUNGAI GARANG DAN BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG

## THE CONCENTRATION OF ORGANIC CARBON AND HEAVY METALS (Cu, Fe, Mn, Pb) OF SEDIMENT IN GARANG AND BANJIR KANAL BARAT RIVER, SEMARANG

Arif Rahman<sup>a\*</sup>, Haeruddin<sup>a</sup>, Abdul Ghofar<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Sumberdaya Akuatik,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

\*Koresponden penulis: arifbintaryo@live.undip.ac.id

### Abstrak

Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat (BKB) merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang yang bermuara ke Teluk Semarang. Logam berat merupakan salah satu zat pencemar yang dapat ditemukan pada berbagai jenis perairan. Keberadaan karbon organik berperan dalam menentukan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Logam berat bersifat mudah terikat pada bahan organik yang selanjutnya mengendap di dasar perairan dan terakumulasi dalam sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsentrasi karbon organik serta logam berat Cu, Fe, Mn, dan Pb sedimen di Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2019 dengan dua kali pengambilan sampel di aliran Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat yang terdiri dari 3 stasiun pengambilan sampel. Sampel sedimen dikumpulkan dengan menggunakan grab sampler kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi karbon organik dan logam berat (Cu, Fe, Mn, dan Pb). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi karbon organik di sedimen berkisar antara 7437,45-20141,75 mg/kg dan menunjukkan konsentrasi yang semakin tinggi ke arah hilir/muara Sungai Banjir Kanal Barat. Sebagian besar konsentrasi logam berat di sedimen tidak melebihi ambang batas, kecuali Pb pada stasiun 2 yang telah melebihi ambang batas pedoman kualitas sedimen untuk perlindungan kehidupan biota akuatik.

**Kata Kunci:** Akumulasi, Karbon organik, Logam berat, Pencemaran, Sedimen

### Abstract

The Garang River and Banjir Kanal Barat River are part of the Garang watershed which empties into Semarang Bay. Heavy metal is one of the pollutants that can be found in various types of waters. Organic carbon is one of the factors that play a role in determining the concentration of heavy metals in sediments. Heavy metals are easily bound to organic matter and then settle to the bottom of the water and accumulate in sediments. This study aims to determine the concentration of organic carbon and heavy metals sediments in the Garang River and Banjir Kanal Barat River. This research was conducted in April 2019 with two samplings at 3 sampling stations. Sediment samples were collected using a grab sampler and then measured concentrations of organic carbon and heavy metals (Cu, Fe, Mn, and Pb). The concentration of organic carbon in the sediment in this study ranged from 7437.45-20141.75 mg/kg and showed a higher concentration downstream of the Banjir Kanal Barat River. Most of the heavy metal concentrations in the sediments were below the threshold value, except for Pb at station 2 which had exceeded the sediment quality guideline threshold for the protection of aquatic life.

**Keywords:** Accumulation, Heavy metals, Organic carbon, Pollution, Sediment

### PENDAHULUAN

Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat (BKB) merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang yang bermuara ke Teluk

Semarang. Sungai tersebut banyak dimanfaatkan untuk pertanian, pemukiman perkotaan, dan industri. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang dapat ditemukan pada berbagai jenis perairan.

*Article history:*

Diterima / Received 08 July 2022

Disetujui / Accepted 02 November 2022

Diterbitkan / Published 30 December 2022

©2022 at <http://jfmr.ub.ac.id>

Sebagian besar logam yang mengalir ke sungai akan tersimpan dalam sedimen dan tetap tersedia bagi biota air untuk waktu yang lama [1]. Selain itu, sedimen merupakan habitat bagi banyak biota air dan menjadi tempat tersimpannya zat berbahaya [2].

Konsentrasi logam berat di sedimen biasanya lebih tinggi 3-5 kali dibandingkan di kolom air [3]. Hal tersebut dapat memberikan indikasi adanya pencemaran antropogenik [4]. Oleh sebab itu, identifikasi jenis-jenis logam yang berasal dari berbagai sumber antropogenik dapat diidentifikasi lebih cepat dengan menganalisis logam di sedimen dibandingkan dengan di air [5].

Konsentrasi logam berat di sedimen umumnya berkaitan dengan keberadaan karbon organik walaupun bukan merupakan faktor utama yang berperan dalam menentukan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Logam berat bersifat mudah terikat dengan bahan organik yang selanjutnya akan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen [6].

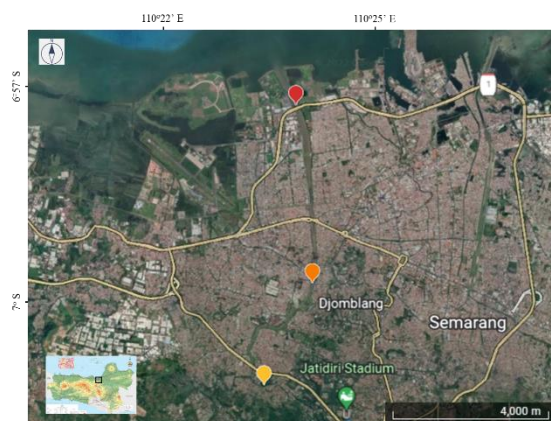
Berkaitan dengan penjelasan sebelumnya, penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan mengkaji konsentrasi karbon organik serta logam berat (Cu, Fe, Mn, Pb) sedimen di Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2019 dengan dua kali pengambilan sampel di aliran Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat yang terdiri dari 3 stasiun pengambilan sampel (Gambar 1). Pemilihan stasiun tersebut mempertimbangkan kondisi perairan dan kegiatan di sekitar sungai yang berpotensi memberikan pengaruh ke perairan. Stasiun 1 berada di bagian akhir Sungai Garang; stasiun 2 berada di bagian awal Sungai Banjir Kanal Barat; dan stasiun 3 berada di muara sungai Banjir Kanal Barat.

Sampel sedimen dikumpulkan dengan menggunakan *grab sampler*. Sampel sedimen yang diperoleh kemudian dimasukkan ke wadah plastik berwarna gelap agar tidak mengalami fotooksidasi dan disimpan di dalam *coolbox* selanjutnya dibawa ke laboratorium. Pengukuran yang dilakukan di laboratorium antara lain pengukuran butiran tekstur,

konsentrasi karbon organik dan logam berat (Cu, Fe, Mn, Pb) sedimen.



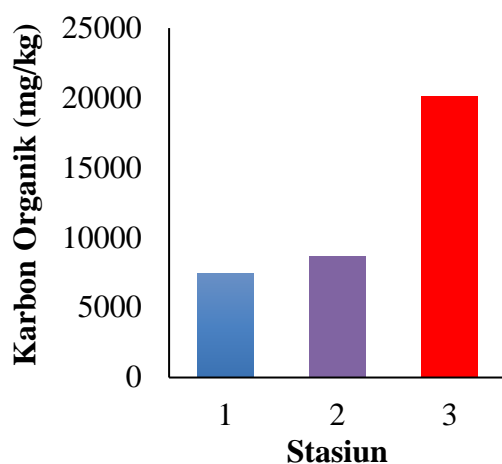
**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian di Sungai Garang dan Banjir Kanal Barat

Pengukuran tekstur sedimen dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan (PSDIL), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Pengukuran karbon organik dan logam berat sedimen dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pengukuran tekstur sedimen dengan menggunakan metode pengayakan dan pemipetan [7]. Analisis konsentrasi karbon organik dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri, sedangkan logam berat dengan metode spektrofotometri serapan atom berdasarkan metode APHA, AWWA dan WPCF [8].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi karbon organik di sedimen bervariasi, dimana pada stasiun 1 sebesar 7437,45 mg/kg, stasiun 2 sebesar 8697,55 mg/kg, dan stasiun 3 sebesar 20141,75 mg/kg (Gambar 2). Sebaran karbon organik memperlihatkan pola dimana konsentrasi karbon organik semakin tinggi ke arah muara Sungai Banjir Kanal Barat (Stasiun 3). Hal ini dapat disebabkan oleh bertambahnya pengaruh daratan yang menjadi sumber bahan organik dan terakumulasi di bagian hilir sungai. Sedimen menjadi tempat akumulasi berbagai zat termasuk karbon organik di perairan, sehingga menyebabkan konsentrasi karbon organik di sedimen yang lebih tinggi [9].



**Gambar 2.** Konsentrasi karbon organik selama penelitian

Konsentrasi karbon organik di sedimen juga memiliki kaitan dengan ukuran tekstur sedimen. Karbon organik mudah terakumulasi ke dalam sedimen yang halus seperti lanau dan lempung [10]. Konsentrasi bahan organik total yang rendah berhubungan dengan tekstur sedimen yang didominasi oleh fraksi pasir [11]. Hasil karakteristik tekstur sedimen pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan ukuran partikel sedimen antar stasiun. Sedimen pada stasiun 1 yang berada di Sungai Garang memiliki tekstur lempung liat berpasir. Stasiun 2 yang memiliki tekstur lempung berpasir, dan

stasiun 3 yang dicirikan dengan kondisi tekstur sedimen lempung liat berpasir.

Sebaran konsentrasi logam berat tembaga (Cu), besi (Fe), Mangan (Mn), dan timbal (Pb) di tiga stasiun penelitian bervariasi. Konsentrasi rata-rata Cu pada penelitian ini berkisar antara 27,60-35,30 mg/kg. Konsentrasi rata-rata Fe berkisar antara 1755,80-2074,95 mg/kg. Konsentrasi rata-rata Mn berkisar antara 7,25-357,25 mg/kg. Konsentrasi rata-rata Pb berkisar antara 7,03-63,70 mg/kg (Tabel 1).

Logam dapat terbentuk secara alami melalui peluruhan batuan dan sedimen dari darat yang masuk ke dalam sungai. Pengendapan logam dipengaruhi oleh proses alam seperti difusi, proses geokimia, biogenik, dan anorganik [12]. Ketersediaan logam di sedimen dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya aliran pasang surut, salinitas, dan bahan organik [13]. Bahan organik dalam sedimen, utamanya yang berupa karbon, memungkinkan terbentuknya ikatan antara karbon organik dan logam. Sebaran dan konsentrasi unsur-unsur di sedimen dipengaruhi oleh tekstur sedimen, karbon organik, potensi reduksi dan oksidasi sedimen, serta bioturbasi [14].

**Tabel 1.** Konsentrasi logam berat dalam sedimen (mg/kg berat kering) selama penelitian

Logam Berat	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Cu (mg/kg)	28,45 ± 0,07	27,60 ± 4,95	35,30 ± 9,19
Fe (mg/kg)	1755,80 ± 49,21	1998,45 ± 243,60	2074,95 ± 16,62
Mn (mg/kg)	7,25 ± 0,49	10,75 ± 11,38	357,25 ± 98,22
Pb (mg/kg)	7,03 ± 9,86	63,70 ± 52,18	28,15 ± 30,76

Logam besi (Fe) merupakan logam dengan konsentrasi tertinggi dibandingkan logam lainnya, sedangkan logam timbal (Pb) merupakan logam dengan konsentrasi terendah. Logam besi di perairan dapat bersumber dari kegiatan rumah tangga dan industri. Logam besi banyak dimanfaatkan manusia jika dibandingkan logam-logam yang lain, sehingga konsentrasinya cukup tinggi. Logam besi keberadaannya melimpah di alam dan merupakan salah satu logam yang penting bagi makhluk hidup [15].

Sebaran konsentrasi semua logam berat cenderung mengalami peningkatan dari stasiun 1 ke stasiun 3 yang menunjukkan bahwa terdapat akumulasi pencemaran logam tersebut

ke bagian hilir di Sungai Banjir Kanal Barat. Akumulasi logam berat di perairan disebabkan oleh faktor konsentrasi limbah perkotaan dan industri, arus laut, dan fluks tanah [16]. Limbah industri yang tidak diolah menjadi input yang sangat besar dalam mencemari lingkungan [17].

Konsentrasi logam berat di sedimen dipengaruhi oleh ukuran tekstur sedimen. Logam berat ditemukan lebih tinggi pada sedimen yang mempunyai ukuran lebih halus [18]. Partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam [19], [20]. Keberadaan logam di sedimen juga dipengaruhi oleh karbon organik, dimana

konsentrasi karbon organik yang semakin tinggi, maka konsentrasi pencemar dalam sedimen tersebut akan semakin tinggi [21].

Logam Cu, Fe, Mn, dan Pb yang diperoleh selama penelitian menunjukkan konsentrasi yang tidak melebihi ambang batas, kecuali Pb pada stasiun 2 yang telah melebihi ambang batas kualitas sedimen perairan tawar berdasarkan pedoman kualitas sedimen untuk perlindungan kehidupan biota akuatik. Ambang batas logam Cu adalah sebesar 35,7 mg/kg dan Pb sebesar 35,0 mg/kg [22], sedangkan ambang batas Fe dan Mn masing-masing adalah 20000 mg/kg dan 460 mg/kg [23].

Sebagian besar logam berat pada penelitian ini berada di bawah ambang batas, yaitu logam Cu, Fe, dan Mn. Logam-logam tersebut dibutuhkan oleh biota dalam jumlah tertentu, namun dapat bersifat toksik jika jumlahnya berlebihan. Logam lainnya, yaitu Pb yang bersifat toksik dan keberadaannya belum diketahui manfaatnya. Konsentrasi logam Pb di stasiun 2 telah melebihi ambang batas konsentrasi di sedimen. Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya sumber logam Pb yang masuk ke dalam perairan dan mengendap di sedimen. Salah satu sumber logam Pb berasal dari pemukiman penduduk dimana stasiun 2 merupakan kawasan pemukiman yang cukup padat, sehingga dapat meningkatkan konsentrasi logam Pb di sedimen.

Konsentrasi logam yang melebihi ambang batas, dapat membahayakan lingkungan perairan khususnya terhadap biota benthik yang hidup di dasar perairan. Logam berat akan terakumulasi dalam tubuh biota akuatik seperti ikan dan kerang. Konsentrasi logam berat yang tinggi akan mengancam kesehatan biota akuatik dan jika dikonsumsi oleh manusia maka dapat memberikan dampak yang berbahaya bagi kesehatan [24].

## KESIMPULAN

Konsentrasi karbon organik di sedimen berkisar antara 7437,45-20141,75 mg/kg dan menunjukkan konsentrasi yang semakin tinggi ke arah hilir/muara sungai. Sebagian besar

konsentrasi logam berat di sedimen tidak melebihi ambang batas, kecuali Pb pada stasiun 2 yang telah melebihi ambang batas kualitas sedimen untuk perlindungan kehidupan biota akuatik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro atas pembiayaan penelitian ini pada tahun Anggaran 2019 serta seluruh pihak yang telah membantu selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. F. Peng, Y. H. Song, P. Yuan, X. Y. Cui, dan G. L. Qiu, "The remediation of heavy metals contaminated sediment," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 161, no. 2-3, hal. 633-640, 2009.
- [2] T. Javed, N. Ahmad, dan A. Mashiatullah, "Heavy metals contamination and ecological risk assessment in surface sediments of Namal Lake, Pakistan," *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 27, no. 2, hal. 675-688, 2018.
- [3] G. W. Bryan dan W. J. Langston, "Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom Estuaries: A Review," *Environmental Pollution*, vol. 76, no. 2, hal. 89-131, 1992.
- [4] M. E. Goher, A. M. Hassan, I. A. Abdel-Moniem, A. H. Fahmy, dan S. M. El-Sayed, "Evaluation of surface water quality and heavy metal indices of Ismailia Canal, Nile River, Egypt," *The Egyptian Journal of Aquatic*

- Research*, vol. 40, no. 3, hal. 225-233, 2014.
- [5] U. Forstner dan G. T. Wittmann, "Metal Pollution in Aquatic Environment 2nd Edition," Springer-Verlag, Berlin, 486 hal, 1981.
- [6] E. Rochyatun dan A. Rozak, "Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta," *Makara Sains*, vol. 11, no. 1, hal. 28-36, 2007.
- [7] J. B. Buchanan, "Sediments, in: Methods for the Study of Marine Benthos, edited by N.A. Holme and A. McIntyre, IBP Handbook no 16." Oxford University Press, Oxford, 1971.
- [8] APHA, AWWA, dan WPCF, "Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington DC, 1989.
- [9] M. Muchtar, "Distribusi zat hara, nitrat dan silikat di perairan Kepulauan Natuna," *J. Ilmu Kelautan dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 4, no. 2, hal. 304-317, 2012.
- [10] I. Latifah, M. Y. Purwanto, dan N. H. Pandjaitan, "Analisis kandungan karbon organik dalam sedimen di Sungai Jeneberang pada bagian hulu dengan mempergunakan model soil and water assesment tools. *J. Teknik Hidraulik*, vol. 4, no. 2, hal. 117-128. 2013.
- [11] L. Maslukah, "konsentrasi logam berat (Pb, Cd, Cu, Zn) terlarut, dalam seston, dan dalam sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang," vol. 2, no. 1, hal. 1-4, 2007.
- [12] K. K. Balachandran, C. M. Laluraj, M. Nair, T. Joseph, P. Sheeba, dan P. Venugopal, "Heavy metal accumulation in a flow restricted, tropical estuary," vol. 64, no. 1-2, hal. 361-370, 2005.
- [13] G. Du Laing, D. Vanthuyne, F. M. G. Tack, dan M. G. Verloo, "Factors affecting metal mobility and bioavailability in the superficial intertidal sediment layer of the Scheldt estuary," *Aquatic Ecosystem Health and Management*, vol. 10, hal. 33-40, 2007.
- [14] J. P. Meador, P. A. Robisch, R. C. Clark, dan D. W. Ernest, "Element in fish and sediment from the Pacific Coast of the United States: result from the national benthic surveillance project," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 37, hal. 56-66, 1998.
- [15] W. Widowati, A. Sastiono dan R. Jusuf, Efek toksik logam: pencegahan dan penanggulangan pencemaran," Yogyakarta: Andi Offset, 412 hlm, 2008.
- [16] S. Kalloul, W. Hamid, M. Maanan, M. Robin, E. Sayouty, dan B. Zourarah, "Source contributions to heavy metal fluxes into the Loukous Estuary (Moroccan Atlantic Coast)," *Journal of Coastal Research*, vol. 28, hal. 174-183, 2012.
- [17] R. Ravichandran dan S. Manickam, "Heavy metal distribution in the coastal sediment of Chennai coast," *IIOAB Journal*, vol. 3, hal. 12-18, 2012.
- [18] L. Maslukah, "Hubungan antara konsentrasi logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang," *Buletin Oseanografi Marina*, vol. 2, hal. 55-62, 2013.

- [19] B. Amin, "Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Ni pada ikan gelodok (*Periothalmus* sp.) dari Pelabuhan Dumai, Riau," *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*, Tahun V, hal. 29-33, 2000.
- [20] E. Sahara, "Distribusi Pb dan Cu pada berbagai ukuran partikel sedimen di Pelabuhan Benoa, Bali," *Jurnal Kimia*, vol. 3, no. 2, hal. 75-80, 2009.
- [21] Haeruddin, H. S. Sanusi, D. Soedharma, E. Supriyono, dan M. Boer, "Sebaran logam berat dalam sedimen Estuari Wakak-Plumbon, Semarang, Jawa Tengah," *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, vol 12, no. 2, hal. 113-119, 2005.
- [22] CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), 2001, Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- [23] D. Persaud, R. Jaagumagi, dan A. Hayton, "Guidelines for the protection and management of aquatic sediments in Ontario. Standards Development Branch, Ontario Ministry of Environment and Energy, Toronto, 1993.
- [24] D. Y. Pratiwi, "Dampak pencemaran logam berat terhadap sumber daya perikanan dan kesehatan manusia," *Jurnal Akuatek*, vol. 1, no. 1, hal. 59-65, 2020.