

Sebaran logam berat terlarut di Perairan Teluk Jakarta

Distribution of dissolved heavy metals in Jakarta Bay

Dwianka Rahman Maisalda^{1*}, Yonvitner¹, Hefni Effendi¹

¹Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB University, Bogor, Indonesia

Abstrak.

Teluk Jakarta merupakan daerah yang aktif dan menerima pencemaran dari daratan melalui 13 sistem sungai di DKI Jakarta. Penelitian ini membandingkan distribusi logam berat terlarut pada musim barat dan musim timur di Teluk Jakarta untuk memahami proses dan sumber logam berat. Pengambilan sampel dilaksanakan satu kali di setiap zona dan sampel air laut yang disimpan dalam botol HDPE (*high-density polyethylene*) dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan tingkat akurasi pengukuran 0,001 mg/L. Aplikasi GIS digunakan untuk memetakan distribusi parameter logam berat. Konsentrasi logam berat yang ditemukan adalah merkuri (Hg) 0,0002 hingga 0,0005 mg/L, tembaga (Cu) 0,0062 hingga 0,0089 mg/L, timbal (Pb) 0,006 hingga 0,007 mg/L, seng (Zn) 0,0247 hingga 0,0334 mg/L dan nikel (Ni) 0,0044 hingga 0,0088 mg/L. Secara ringkas, penelitian menunjukkan bahwa kondisi fisika-kimia Teluk Jakarta secara signifikan mempengaruhi distribusi logam berat terlarut seperti Hg, Cu, Pb, Zn dan Ni.

Kata kunci: aktivitas pesisir, kualitas air, Sistem Informasi Geografis

Abstract.

Jakarta Bay is an active area and receives pollution from the mainland through 13 river systems in DKI Jakarta. This waste enters Jakarta Bay through 13 rivers. This study compared the distribution of dissolved heavy metals in the West and East Monsoons of Jakarta Bay to understand the processes and sources of heavy metals. Sampling was carried out once in each zone, and sea water samples stored in HDPE (high-density polyethylene) bottles were taken to the laboratory for analysis using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry), with a measurement accuracy of 0.001 mg/L. GIS was used to map heavy metal parameters. The concentrations of heavy metals found were mercury (Hg) 0.0002 to 0.0005 mg/L, copper (Cu) 0.0062 to 0.0089 mg/L, lead (Pb) 0.006 to 0.007 mg/L, zinc (Zn) 0.0247 to 0.0334 mg/L, and nickel (Ni) 0.0044 to 0.0088 mg/L. In summary, the study shows that the physical-chemical conditions of Jakarta Bay significantly affect the distribution of dissolved heavy metals such as Hg, Cu, Pb, Zn and Ni.

Keywords: coastal activities, water quality, Geographic Information Systems

1. PENDAHULUAN

Teluk Jakarta merupakan daerah yang aktif dan menerima polutan dari daratan melalui 13 sistem sungai yang bermuara dari DKI Jakarta dan sekitarnya. Sisa sampah industri, pelabuhan, perikanan dan sampah merupakan sumber pencemaran terbesar di teluk ini yang berasal dari beberapa aktivitas manusia memiliki pengaruh yang cukup besar, limbah-limbah ini mengandung zat-zat berbahaya dan beracun, salah satunya adalah logam berat (Kusuma *et al.* 2014). Sumber logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai aktivitas, seperti pertambangan, limbah pertanian, limbah industri dan juga limbah rumah tangga (Effendi 2003, 2016, 2021, Rochyatun dan Rozak 2007).

* Korespondensi Penulis
Email: rahmandwianka@gmail.com

Selain dari aktivitas manusia, logam berat juga dapat memasuki ekosistem perairan melalui proses alami, seperti erosi batuan, serta pengendapan debu logam yang terbawa oleh hujan dan terlarut dalam air (Wisha *et al.* 2018). Sebagian besar logam tersebut dibuang ke laut tanpa melalui proses pengolahan (Cordova *et al.* 2017). Akumulasi logam berat di lingkungan telah menyebabkan berbagai masalah, seperti kematian massal pada ikan, udang dan rajungan, serta berdampak negatif pada ribuan nelayan yang kehilangan sumber mata pencaharian, yang memperparah kondisi ekonomi mereka.

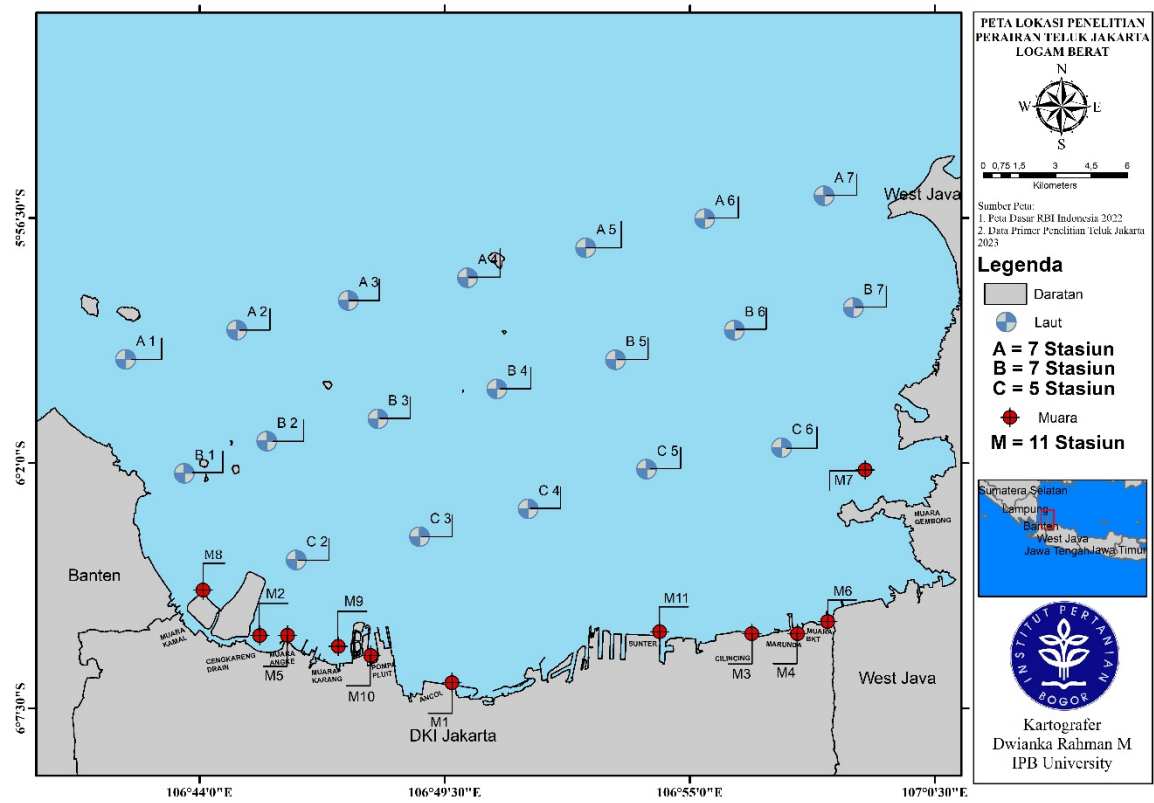
Rantai makanan mengakumulasi logam berat melalui biomagnifikasi. Meski pada awalnya logam berat dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk mendukung proses metabolisme, peningkatan kadarnya di air laut dapat berbalik menjadi racun bagi organisme laut (Sachomar dan Dwi 2007). Secara umum, logam berat memiliki sifat yang serupa dengan logam lainnya, namun dampaknya sebagai polutan sangat berbahaya. Selain itu, masyarakat yang tinggal di sekitar Teluk Jakarta juga mengalami masalah kesehatan akibat pencemaran ini (Permana *et al.* 2022).

Penelitian ini menganalisis sebaran logam berat di perairan Teluk Jakarta yang terkait dengan material daratan dan dampaknya terhadap lingkungan perairan. Penelitian ini membandingkan profil sebaran logam berat terlarut di wilayah Teluk Jakarta pada musim barat maupun musim timur untuk memahami proses dan sumber logam berat. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi tentang sebaran logam berat di air laut, yang dapat dimanfaatkan oleh pihak terkait untuk merancang, mengelola dan mengevaluasi lingkungan pesisir secara berkelanjutan.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Pengambilan contoh di Teluk Jakarta terdiri dari 30 lokasi pengamatan yang mencakup 4 zona perairan untuk pengambilan sampel. Zona-zona tersebut adalah Muara Sungai (M) yang berjarak 0,5 km dari bibir pantai, Zona C (10 km), Zona B (15 km) dan Zona A (20 km). Setiap zona memiliki jumlah stasiun pengamatan yang berbeda, yaitu 11 stasiun di Zona M, 7 stasiun masing-masing di Zona A dan Zona B, serta 5 stasiun di Zona C (**Gambar 1**). Penelitian ini dilakukan dalam dua waktu pengamatan, yaitu pada Maret 2023 (musim barat) dan September 2023 (musim timur).



Gambar 1. Lokasi penelitian logam berat di Teluk Jakarta, DKI Jakarta.

2.2. Metode pengumpulan data

Sampel diambil setiap dua musim. Pengambilan sampel air laut memakai *Van Dorn Water Samplers* berbahan PVC (*Polivinil klorida*) berkapasitas 2 liter. Setelahnya sampel air dimasukkan ke dalam botol HDPE (*high-density polyethylene*) yang telah memenuhi standar prosedur pengambilan sampel (Cordova et al. 2017). Parameter logam berat yang diamati beserta alat dan metode pengukurannya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air yang diamati dan alat/metode pengukurannya.

Parameter	Tipe analisis	Metode
Raksa (Hg)	Sekunder	IK-LAB-Logam-04 (<i>Cold Vapor</i>)
Tembaga (Cu)	Sekunder	IK-LAB-Logam-11 (Ekstraksi-GFAAS)
Timbal (Pb)	Sekunder	IK-LAB-Logam-11 (Ekstraksi-GFAAS)
Seng (Zn)	Sekunder	IK-LAB-Logam-11 (Ekstraksi-GFAAS)
Nikel (Ni)	Sekunder	IK-LAB-Logam-11 (Ekstraksi-GFAAS)

2.3. Metode analisis data

Sampel air laut disimpan dalam botol HDPE dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis logam berat menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dengan akurasi 0,001 mg/L. Analisis tersebut dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan (Proling), Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB). Logam berat yang diamati mencakup Hg, Cu, Pb, Zn, As dan Ni. Selain itu, analisis spasial dilakukan untuk memetakan pola sebaran logam berat menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memvisualisasikan distribusi spasial parameter logam berat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sebaran logam berat

Distribusi logam berat di perairan Teluk Jakarta menunjukkan adanya variasi kadar logam berat di setiap lokasi pengamatan (**Tabel 2**). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 pada lampiran VIII menetapkan kriteria mutu logam berat bagi biota laut, hasil pengamatan menunjukkan bahwa beberapa parameter logam berat melebihi ambang batas yang diizinkan, hal tersebut menandakan ketidaksesuaian dengan standar kualitas lingkungan perairan yang diperlukan untuk mendukung kelangsungan hidup biota laut.

Tabel 2. Kadar rerata logam berat terlarut di perairan Teluk Jakarta.

Parameter*	Lokasi**								Baku mutu***
	Musim barat				Musim timur				
	A	B	C	M	A	B	C	M	
Raksa (Hg)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0002	0,0004	0,0003	0,0004	0,001
Tembaga (Cu)	0,0066	0,0071	0,0072	0,0089	0,0067	0,0067	0,0062	0,0085	0,008
Timbal (Pb)	0,0066	0,0064	0,0064	0,0069	0,0064	0,0060	0,0070	0,0070	0,008
Seng (Zn)	0,0247	0,0264	0,0252	0,0270	0,0334	0,0330	0,0296	0,0275	0,05
Nikel (Ni)	0,0061	0,0066	0,0060	0,0080	0,0051	0,0044	0,0052	0,0059	0,05

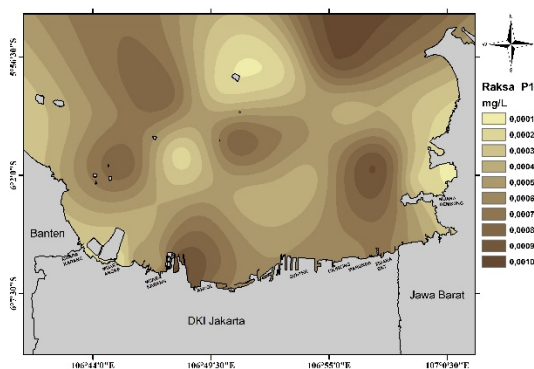
Keterangan: * Satuan mg/L ** Zona A,B dan C di titik laut dan M di titik muara ***Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021.

Logam berat terlarut (Hg, Cu, Pb, Zn dan Ni) di perairan Teluk Jakarta bervariasi di antara zona pengamatan, tetapi secara umum konsisten dengan penelitian sebelumnya. Kandungan raksa (Hg) terlarut di Zona A, B, C dan M pada musim barat

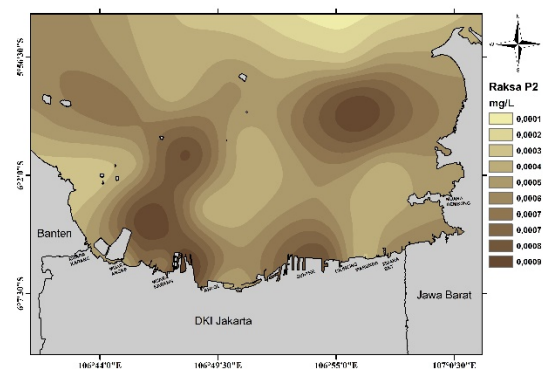
dan timur adalah 0,0002 hingga 0,0005 mg/L yang berada di bawah baku mutu (**Gambar 2** dan **Gambar 3**).

Kandungan tembaga (Cu) rata-rata di keempat zona untuk kedua musim adalah 0,0062 hingga 0,0089 mg/L (**Gambar 4** dan **Gambar 5**). Lokasi muara (M) memiliki konsentrasi Cu melebihi baku mutu, yaitu sebesar 0,0089 mg/L pada musim barat dan 0,0085 mg/L pada musim timur. Penelitian sebelumnya mengatakan Tembaga (Cu) terlarut perairan Teluk Jakarta berkisar 0,001 hingga 0,036 ppm (Arifin *et al.* 2003).

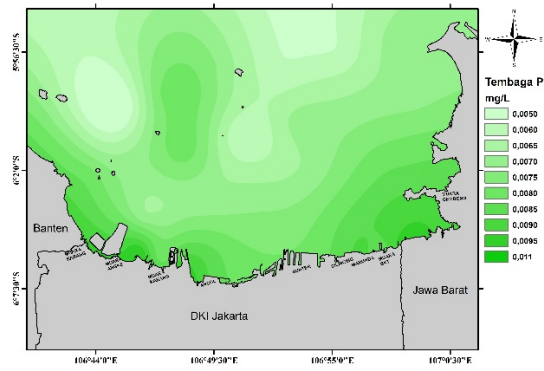
Kadar Pb rata-rata nilai 0,006 sampai dengan 0,007 mg/L (**Gambar 6** dan **Gambar 7**), sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan 0,001 sampai dengan 0,012 mg/L (Arifin *et al.* 2003). Kadar Zn terlarut di perairan Teluk Jakarta berkisar antara 0,0247 sampai dengan 0,0334 mg/L, di bawah baku mutu 0,05 mg/L dan stabil (**Gambar 8** dan **Gambar 9**). Sebelumnya, perairan Teluk Jakarta memiliki kadar Zn terlarut sebesar 0,001 sampai dengan 0,041 ppm (Hamzah dan Setiawan 2010). Konsentrasi Ni terlarut berkisar antara 0,0044 sampai dengan 0,0088 mg/L, rerata 0,006 ppm (**Gambar 10** dan **Gambar 11**). Hasil pengamatan sebelumnya mengatakan Ni terlarut perairan Teluk Jakarta berkisar 0,001-0,045 ppm (Arifin *et al.* 2003).



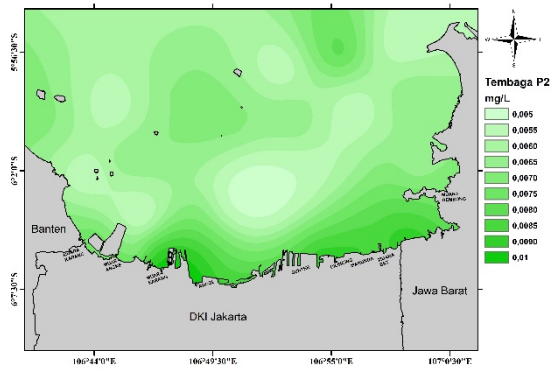
Gambar 2. Sebaran raksa (Hg) musim barat.



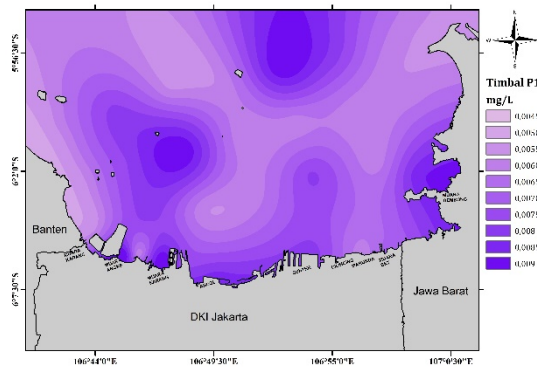
Gambar 3. Sebaran raksa (Hg) musim timur.



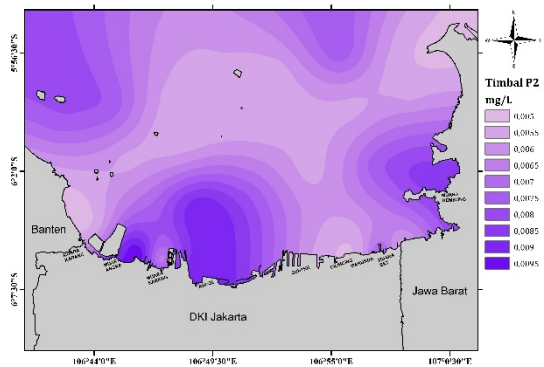
Gambar 4. Sebaran tembaga (Cu) musim barat.



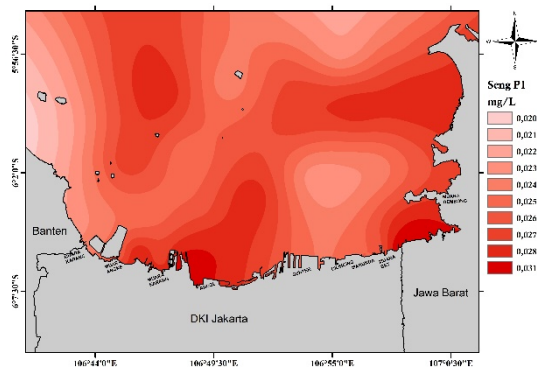
Gambar 5. Sebaran tembaga (Cu) musim timur.



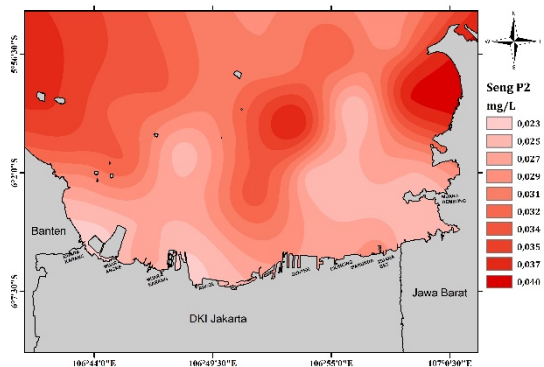
Gambar 6. Sebaran timbal (Pb) musim barat.



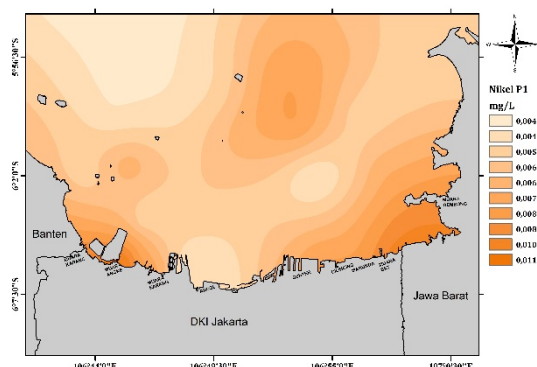
Gambar 7. Sebaran timbal (Pb) musim timur.



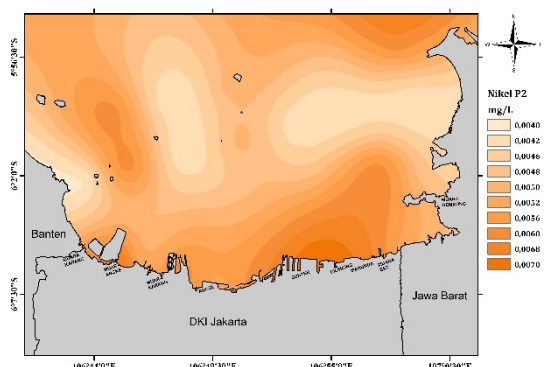
Gambar 8. Sebaran seng (Zn) musim barat.



Gambar 9. Sebaran seng (Zn) musim timur.



Gambar 10. Sebaran nikel (Ni) musim barat.



Gambar 11. Sebaran nikel (Ni) musim timur.

Meskipun konsentrasi logam berat meningkat, perbedaannya tidak signifikan. Konsentrasi Ni rendah di wilayah pesisir dan tinggi di lautan yang lebih dalam, tidak seperti Pb, Cu dan Zn. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa Pb, Cu maupun Zn dari aktivitas terestrial maupun Ni dari sumber maritim. Adanya logam berat bisa berasal dari sumber alami maupun aktivitas manusia. Misalnya seperti logam timbal (Pb) yang bersumber dari penggunaan cat pelapis logam untuk mencegah korosi dan mempercepat pengeringan cat (Mokoagow 2008). Sementara itu, merkuri (Hg) secara alami bisa dilepaskan dari gas vulkanik di dasar laut, namun aktivitas antropogenik seperti industri pengecoran logam dan penggunaan pestisida juga berkontribusi terhadap pencemaran merkuri (Verma dan Dwivedi 2013).

Aktivitas daratan termasuk operasi pelabuhan dan industri memberikan kontribusi terbesar terhadap pencemaran logam berat di Teluk Jakarta (Arifin dan Fadhlin 2009). Pencemaran logam berat dari pengecatan kapal, pembuangan air pemberat, dok dan pengisian bahan bakar berkontribusi cukup signifikan. Perusahaan kimia, cat, tekstil dan baterai di wilayah pesisir juga membuang limbahnya sehingga terjadi pencemaran ke Teluk Jakarta melalui sungai atau saluran drainase (Rumanta *et al.* 2008).

Sebaran logam berat Hg, Cu, Pb, Zn, dan Ni terlarut belum mampu menjelaskan secara rinci mengenai proses dan sumber logam berat di perairan Teluk Jakarta. Hal ini karena kondisi permukaan laut bersifat dinamis sehingga banyak terjadi gangguan akibat pengaruh dari fisika-kimia perairan (Sophia *et al.* 2014). Singkatnya, penelitian ini mengungkapkan bahwa karakteristik fisika-kimia Teluk Jakarta secara signifikan mempengaruhi dispersi logam berat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi logam berat yang ditemukan adalah merkuri (Hg) 0,0002 hingga 0,0005 mg/L, tembaga (Cu) 0,0062 hingga 0,0089 mg/L, timbal (Pb) 0,006 hingga 0,007 mg/L, seng (Zn) 0,0247 hingga 0,0334 mg/L dan nikel (Ni) 0,0044 hingga 0,0088 mg/L. Secara ringkas, penelitian menunjukkan bahwa kondisi fisika-kimia Teluk Jakarta secara signifikan mempengaruhi distribusi logam berat terlarut seperti Hg, Cu, Pb, Zn dan Ni.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan untuk Pihak Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta Ibu Rahmawati, ST. M.Si. dan Team dalam kegiatan monitoring perairan laut Teluk Jakarta dan Team PKSPL (Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan).

6. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin Z, Susana T, Purwati P, Muchsin R, Hindarti D, Riyono S, Razak H, Matondang A, Salim E and Farida N. 2003. Ecosystem and productivity of Jakarta Bay and it Summary Report of Competition Research. P20LIPI. Jakarta.
- Arifin Z dan Fadhlina D. 2009. Fraksinasi logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen dan bioavailibitas-nya bagi biota di perairan Teluk Jakarta. *Ilmu Kelautan* 14 (1):27-32.
- Cordova RM, Purbonegoro T, Puspitasari R and Hindarti D. 2017. Assessing contamination level of Jakarta Bay nearshore sediments using green mussel (*Perna viridis*) larvae. *Journal Marine Resources Indonesia* 41(2):67-76.
- Effendi H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendi H. 2016. Evaluation of water quality status of Ciliwung River based on Pollution Index. A paper presented at 36th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment (IAIA 16), Aichi-Nagoya, Japan, 11-14 May 2016.
- Effendi H, Prayoga G, Azhar AR, and Azhar R. 2021. Pollution source of Cileungsi-Cikeas-Bekasi river. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 744 (1), 012014
- Hamzah F dan Setiawan A. 2010. Akumulasi logam berat Pb, Cu dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 2(2):41-52.
- Kusuma AH, Prartono T, Atmadipoera AS dan Arifin T. 2014. Sebaran logam berat terlarut dan terendapkan di perairan Teluk Jakarta pada bulan September 2014. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* 6(1):41-49.

- Mokoagow D. 2008. Diversity index of aquatic biotas as a biological indicator of heavy metal pollution in Bitung Beach, North Sulawesi. *Ekoton* 8(2):31-40.
- Permana B, Rafii A dan Eryati R. 2022. Kandungan logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu) pada air dan sedimen di muara perairan Kecamatan Muara Jawa Kabupaten Kutai Kartanegara. *Tropical Aquatic Sciences* 1(1):62-68.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Rochyatun E dan Rozak A. 2007. Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains* 11(1):28-36.
- Rumanta M, Latief A, Rahayu U, Ratnaningsih A dan Nurdin G. 2008. Konsentrasi timbal (Pb) pada perairan di sekitar Teluk Jakarta. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi* 9(1): 31-36.
- Sachomar SI dan Dwi HW. 2007. Kondisi pencemaran lingkungan perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Air Indonesia* 3(1):1-14.
- Sophia LS, Bramawanto R, Kuswardania ARTD dan Pranowo WS. 2014. Distribusi logam berat di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 6(2): 297-310.
- Verma R and Dwivedi P. 2013. Heavy metals water pollution-a case study. *Recent Research in Science and Technology* 5(5): 98-99.
- Wisha UJ, Heriati A, Ramdhan M, Mustikasari E, Mutmainah H and Ilham. 2018. Spatial distribution of dissolved heavy metals (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn) on the surface waters of Pare Bay, South Sulawesi. *Ilmu Kelautan* 23(4):199-206.