

KANDUNGAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN PULAU MERAK KECIL HEAVY METAL CONTENT IN THE WATERS OF PULAU MERAK KECIL

Risma Millenia Cantika, Agung Setyo Sasongko*, Ferry Dwi Cahyadi

Pendidikan Kelautan dan Perikanan, Kampus Serang, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Ciracas Lama No. 38 Serang, Banten

*Corresponding author email: agungsetyosasonko@upi.edu

Submitted: 19 June 2023 / Revised: 28 December 2023 / Accepted: 31 December 2023

<http://doi.org/10.21107/jk.v16i3.20584>

ABSTRAK

Kota Cilegon memiliki berbagai potensi wisata alam khususnya wisata bahari. Salah satu wisata alam bahari yang sangat berpotensi adalah Pulau Merak Kecil. Pulau Merak Kecil merupakan salah satu destinasi wisata bahari di Kota Cilegon yang memiliki banyak potensi. Ketertarikan masyarakat akan wisata alam berkembang pesat khususnya wisata alam terbuka salah satunya adalah wisata bahari. Wisata bahari Pulau Merak Kecil ini belakangan ramai dikunjungi oleh wisatawan dalam kota maupun wisatawan luar kota. Kejadian Covid-19 yang terjadi dua tahun belakang ini membuat masyarakat lebih memilih wisata alam khususnya wisata bahari. Perairan sekitar Pulau Merak Kecil rentan terhadap pencemaran logam berat yang timbul oleh aktivitas manusia maupun aktivitas ekonomi melalui kapal-kapal yang berlayar di sekitar perairan Pulau Merak Kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) dan dibandingkan dengan Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021. Metode penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengecekan logam berat dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten (KP3B) Banten. Hasil penelitian menunjukkan perairan Pulau Merak Kecil mengkhawatirkan karena dari tiga logam berat, dua diantaranya di atas baku mutu.

Kata Kunci : Cilegon, logam berat, Pulau Merak Kecil, Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

ABSTRACT

Cilegon has various natural tourism potentials, especially marine tourism. One of the potential marine natural attractions is Pulau Merak Kecil. Pulau Merak Kecil is one of the marine tourism destinations which has a lot of potential. Public interest in natural tourism is growing rapidly, especially outdoor tourism, one of which is marine tourism. Marine tourism on Merak Kecil Island has recently been visited by tourists in the city and tourists outside the city. The Covid-19 incident that occurred in the past two years has made people prefer natural tourism, especially marine tourism. The waters around Pulau Merak Kecil are vulnerable to heavy metal pollution arising from human activities and economic activities through ships sailing around the waters of Pulau Merak Kecil. This study aims to determine the content of heavy metals lead (Pb), copper (Cu), and Cadmium (Cd) and compared with Appendix VIII of Government Regulation No. 22 of 2021. The research method used quantitative descriptive method. Heavy metal checks were carried out at the Environmental and Forestry Service Laboratory in the Banten Provincial. The results showed that the waters of Merak Kecil Island are worrying because of the three heavy metals, two of which are above the quality standard.

Keywords: Cilegon, heavy metals, Pulau Merak Kecil, Government Regulation No. 22 Year 2021

PENDAHULUAN

Wilayah Kota Cilegon kerap dikenal sebagai kota industri terletak di ujung barat laut Pulau Jawa, di tepi Selat Sunda. Dalam setahun, Kota Cilegon bisa menghasilkan sebanyak 6 ton baja yang membuat kota ini mendapat julukan sebagai kota baja (Titano, 2017). Memiliki luas

sebesar 175,51 km² yang mana sekitar 43,6% wilayahnya merupakan kawasan pesisir laut tepatnya memiliki total 40,88 km garis pantai (Madjid, 2021). Dengan wilayah geografis yang berada di kawasan pesisir laut, Kota Cilegon memiliki berbagai potensi wisata alam khususnya wisata bahari. Di Kota Cilegon terdapat dua pulau yang memiliki potensi

wisata yang besar yaitu Pulau Merak Besar dan Pulau Merak Kecil. Salah satu wisata alam bahari yang sangat berpotensi adalah Pulau Merak Kecil. Walaupun memiliki keindahan alam yang tidak kalah indah dengan Pulau Merak Kecil, Pulau Merak Besar masih jarang dikunjungi oleh wisatawan karena beberapa alasan khususnya alasan keselamatan. Di Pulau Merak Besar masih sangat asri dan jarang dikunjungi sehingga masih banyak hewan langka seperti Elang Jawa, Monyet Ekor Panjang serta spesies-spesies lainnya yang dikhawatirkan dapat mengancam keselamatan pengunjung. Pulau ini juga memiliki status sebagai area hutan lindung yang dikelola oleh Badan Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) yang merupakan bagian dari Pemerintah Provinsi Banten. Selain karena masih banyak hewan langka, di Pulau Merak Besar terdapat tempat suci atau makam yang dipercaya oleh banyak orang sebagai tempat peristirahatan terakhir dari cucu Prabu Siliwangi yaitu Prabu Ciung Winara. Jika dibandingkan dengan Pulau Merak Kecil, Pulau Merak Besar letaknya lebih jauh sehingga pasti membutuhkan biaya yang sedikit lebih mahal untuk sampai ke Pulau Merak Besar. Ada kemungkinan bahwa Pulau Merak Besar dianggap berbahaya karena perairan di sekitarnya sering digunakan sebagai jalur perlintasan kapal penyeberangan ASDP Merak-Bakauheni (Rizal, 2017).

Pulau Merak Kecil merupakan salah satu destinasi wisata bahari di Kota Cilegon yang memiliki banyak potensi yang bisa membantu membangkitkan sektor pariwisata di Kota Cilegon (Pratama & Sulistianto, 2019). Ketertarikan masyarakat akan wisata alam berkembang pesat khususnya wisata alam terbuka salah satunya adalah wisata bahari. Wisata bahari Pulau Merak Kecil ini belakangan ramai dikunjungi oleh wisatawan dalam kota maupun wisatawan luar kota. Kejadian Covid-19 yang terjadi dua tahun belakang ini membuat masyarakat lebih memilih wisata alam khususnya wisata bahari. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sudjana *et al.*, (2021) didapati bahwa dari enam objek wisata, 25,10% partisipan memilih wisata bahari sebagai wisata yang diminati, disusul oleh wisata alam pegunungan dan wisata kuliner dengan persentase yang sama yaitu sebesar 20,14%.

Wisata bahari Pulau Merak Kecil ini tergolong murah hingga membuat Pulau Merak Kecil menarik lebih banyak wisatawan dalam kota maupun luar kota. Wisatawan yang datang berkunjung ke Pulau Merak Kecil ini biasanya

tertarik untuk berenang, memancing, snorkling, berkemah, ataupun sekedar duduk menikmati pemandangan kapal-kapal besar yang hilir mudik karena bagian timur dari Pulau Merak Kecil atau sekitar ± 1 km terdapat Pelabuhan Merak. Pelabuhan Merak-Bakauheni adalah pelabuhan yang dikelola oleh PT. PT. ASDP Indonesia Ferry Persero. Di Pelabuhan penyeberangan ini, terjadi kegiatan bongkar-muat barang dan penumpang yang menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Sumatera (Danny, 2019).

Mengingat letak Pulau Merak Kecil yang jaraknya dengan Pelabuhan Penyeberangan Merak tidak terlalu jauh, menjadikan perairan sekitar Pulau Merak Kecil rentan terhadap pencemaran logam berat yang timbul oleh aktivitas manusia maupun aktivitas ekonomi melalui kapal-kapal yang berlayar di sekitar perairan Pulau Merak Kecil. Menurut Nurfadhilla dkk (2020) dalam penelitiannya yang berjudul "*Tingkat Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tutut (Filopaludina javanica) di Waduk Cirata, Jawa Barat*" didapati bahwa Kapal/perahu memiliki peranan dalam menyumbangkan logam berat timbal (Pb) hal ini karena kapal/perahu menggunakan bahan bakar minyak, bahan bakar minyak tersebut diberi tambahan *tetraethyl* yang mengandung timbal.

Penggunaan logam oleh manusia erat kaitannya terhadap pencemaran logam berat di perairan. Karena meningkatnya aktivitas pelayaran, terjadi peningkatan pencemaran laut. Pencemaran laut didefinisikan sebagai masuknya sesuatu oleh manusia secara langsung atau tidak langsung ke dalam lingkungan laut yang berdampak buruk pada ekosistem, kesehatan manusia, dan kehidupan manusia (Sasongko *et al.*, 2023). Hal tersebut juga berdampak negatif terhadap lingkungan secara keseluruhan dan kemampuan laut untuk berfungsi sebagaimana mestinya. Emisi transportasi laut dan pembuangan pestisida dari pertanian, limbah industri ke laut, proses pengeboran minyak di laut pembuangan sampah dari transportasi darat melalui sungai, dan limbah sisa senjata perang adalah kemungkinan penyebab pencemaran laut (Anisyah *et al.*, 2016).

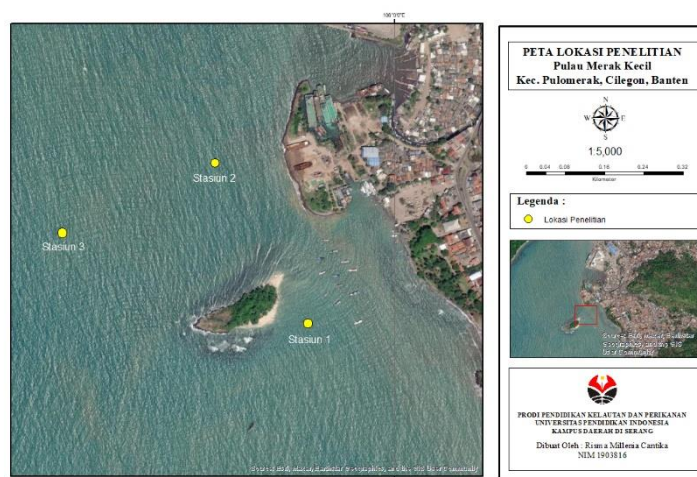
Logam berat dapat merusak lingkungan beserta kehidupan organisme laut yang salah satunya dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia melalui pembuangan limbah. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia hampir semuanya mengandung unsur logam (Sasongko, *et al.*, 2022). Walaupun dengan kadar yang sangat rendah, unsur logam

terdapat di seluruh alam. Meski demikian, kadar logam akan terus meningkat jika limbah perkotaan, pertambangan, pertanian, industri yang banyak mengandung logam masuk ke dalam lingkungan laut (Ishak et al., 2014). Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan logam berat Pb (Timbal), Cu (Tembaga), dan Cd (Kadmium) di Perairan Pulau Merak Kecil

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel untuk kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) dan pengamatan parameter oseanografi dilakukan menggunakan sampel air yang diambil di perairan Pulau Merak Kecil yang terletak di Kota Cilegon. Penelitian ini

dilaksanakan pada bulan Maret 2023 dengan dua kali pengulangan. Pengulangan diperlukan untuk memvalidasi kandungan logam berat yang terdapat di Perairan Pulau Merak Kecil. Pengulangan pertama dilakukan pada tanggal 6 Maret 2023 dan pengulangan kedua dengan rentang 15 hari sejak pengulangan pertama yaitu tanggal 23 Maret 2023. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun yang ditentukan berdasarkan kemungkinan sumber pencemaran logam beratnya tinggi dan ramai dengan aktivitas manusia. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 (**Gambar 1**) stasiun terdiri pada stasiun I sampai stasiun 3. Stasiun 1 terbentang di $5^{\circ}56'31.00''$ - $105^{\circ}59'54.15''$. Stasiun II terbentang di kordinat $5^{\circ}56'24.32''$ - $105^{\circ}59'49.23''$. Dan stasiun III berada di kordinat $5^{\circ}56'32.52''$ - $105^{\circ}59'43.99''$.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan deskripsi, menganalisis, dan menjelaskan sesuatu yang sedang dipelajari secara objektif, berdasarkan data yang terukur. Metode ini melibatkan pengumpulan data dalam bentuk angka-angka, yang kemudian dianalisis secara statistik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, atau perbedaan yang signifikan. Penelitian ini fokus pada pengamatan dan pengukuran fenomena yang dapat diamati, dan kemudian menarik kesimpulan berdasarkan analisis data kuantitatif yang dilakukan (Listiani, 2017). Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sampel air di perairan Pulau Merak Kecil menggunakan teknik purposive sampling, yaitu dilakukan dengan mengambil sampel secara sengaja. Sampel air dari Perairan Pulau Merak Kecil diambil berdasarkan SNI 6989.57.2008 menggunakan botol HDPE dimana sampel air laut diambil sebanyak 1L. Analisis terhadap sampel selanjutnya dilakukan

di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten (KP3B) Banten, guna mengetahui kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan juga oksigen terlarut (DO) pada perairan Pulau Merak Kecil. Sedangkan untuk parameter suhu, salinitas, dan pH dilakukan di lokasi sampling. Analisis kandungan logam berat Pb, Cu, dan Cd pada perairan Pulau Merak Kecil dilakukan di Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Pemerintah Provinsi Banten dengan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) sesuai dengan SNI 06-6989.84-2019 dan membandingkan hasilnya dengan aturan baku mutu yang dikeluarkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Lampiran VIII. Sedangkan untuk uji parameter oseanografi perairan Pulau Merak Kecil dilakukan di lokasi penelitian dengan metode deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

(Cd) pada perairan Pulau Merak disajikan dalam **Tabel 1**.

Hasil pengukuran rata-rata kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu) dan kadmium

Tabel 1. Kandungan Logam Berat di Perairan Pulau Merak Kecil

Parameter	Hasil	Baku Mutu ^{a)}
Timbal (Pb)	0,4 mg/L	0,005
Tembaga (Cu)	0,2 mg/L	0,05
Kadmium (Cd)	<0,003 mg/L	0,002

Keterangan: ^{a)} Baku mutu menurut Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021

Kandungan logam berat timbal (Pb)

Hasil penelitian ini memiliki nilai logam berat timbal (Pb) terendah sebesar <0,02 mg/L di 3 stasiun penelitian yang dilakukan pada

pengulangan kedua. Sedangkan, kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi memiliki nilai sebesar 0,6 mg/L di stasiun 1 pada pengulangan pertama.

Tabel 2. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb)

Pengulangan	Stasiun	Timbal (Pb) (mg/L)
1	1	0,6
	2	0,52
	3	0,1
2	1	<0,02
	2	<0,02
	3	<0,02
Baku Mutu ^{a)}		0,005

Keterangan: ^{a)} Baku mutu menurut Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021.

Parameter terukur untuk logam timbal (Pb) memiliki perbedaan yang cukup signifikan antara pengulangan 1 dan pengulangan 2. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada pengulangan pertama cenderung lebih besar dibanding pengulangan ke-dua yaitu dengan nilai rata-rata dari stasiun 1 sampai stasiun 3 sebesar 0,4 mg/L. Perbedaan tersebut dapat terjadi akibat perbedaan waktu pada pengambilan sampel, dimana pada pengulangan kedua dilakukan pada saat cuaca terik, sedangkan pengulangan pertama dilakukan saat terik namun sebelumnya terjadi hujan dengan intensitas yang cukup deras. Tingginya nilai logam berat timbal (Pb) di pengulangan pertama disebabkan masuknya nilai logam berat timbal (Pb) di perairan akibat pengaruh air hujan, dimana air hujan dapat membantu limbah masuk ke dalam perairan sesuai dengan pernyataan oleh Ade Arinda dan Eka Wardhani (2021) bahwa adanya limbah yang mengandung logam berat seperti limbah dari hasil industri, domestik, dan lain sebagainya yang masuk ke perairan dengan bantuan air hujan, aliran atau debit sungai, angin, dapat berdampak pada fluktuasi konsentrasi logam berat.

Nilai kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi ditemukan di stasiun 1 dengan nilai 0,6 mg/L yang mana stasiun 1 merupakan stasiun

yang paling dekat dengan daratan. Aktivitas yang terjadi di darat dapat memberikan pengaruh terhadap tingginya nilai logam berat timbal (Pb) pada stasiun ini. Wilayah pesisir memiliki risiko tinggi terhadap potensi pencemaran karena menjadi tempat akhir pembuangan berbagai jenis limbah yang mengandung logam berat, termasuk timbal (Pb), ke dalam laut (Hariyanti *et al.*, 2021). Pada stasiun ini juga banyak dilakukan kegiatan transportasi laut yaitu perahu-perahu yang digunakan untuk mengangkut wisatawan dari daratan menuju Pulau Merak Kecil. Diduga tingginya kandungan logam berat timbal (Pb) pada stasiun ini dipicu salah satunya karena tumpahan bahan bakar yang digunakan perahu-perahu di sekitar perairan Pulau Merak Kecil untuk transportasi penyeberangan. Sejalan dengan yang disampaikan Supraptiah *et al.*, (2014), bahwa logam berat timbal (Pb) paling banyak digunakan sebagai bahan antiletup pada bensin juga dapat digunakan pada cat (sebagai zat pewarna).

Nilai logam berat timbal (Pb) tertinggi kedua berada di stasiun 2 yaitu sebesar 0,52 mg/L. Pada stasiun ini juga nilai logam berat timbal (Pb) termasuk tinggi. Tingginya nilai logam berat timbal (Pb) pada stasiun ini diduga karena stasiun ini berdekatan dengan Muara Medaksa dan juga galangan kapal. Menurut

pengamatan, Muara Medaksa yang berbatasan langsung dengan perairan laut Merak sudah mengalami pencemaran yang cukup berat ditandai dengan hitamnya air di sekitar Muara Medaksa dan juga menumpuknya sampah sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap. Salah satu pencemar yang menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan hidup yaitu limbah yang mengandung logam berat. Pencemaran logam berat dapat ditemukan dalam badan air dan juga dalam bentuk padatan yang terdapat dalam perairan seperti sedimen. Kontaminasi logam berat pada ekosistem perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah domestik, industri dan aktivitas manusia lainnya. Konsentrasi yang tinggi dari logam berat timbal (Pb) di perairan, akibat aktivitas manusia, dapat menyebabkan pembentukan limbah air yang kemudian akan mengendap dan membentuk lapisan sedimen. (Budiasuti et al., 2016). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingginya nilai kandungan logam berat timbal (Pb) pada stasiun ini diduga besar disebabkan oleh limbah termasuk limbah rumah tangga di sepanjang Muara Medaksa yang kemudian terbawa oleh arus dimana arus permukaan perairan berpengaruh terhadap terakumulasinya logam berat timbal (Pb) (Ma'rifah et al., 2016).

Stasiun 3 memiliki nilai logam berat timbal (Pb) lebih rendah yaitu sebesar 0,1 mg/L dibanding stasiun 1 yaitu 0,6 mg/L dan stasiun 2 sebesar 0,52 mg/L. Meskipun lebih rendah dari dua stasiun lainnya, kandungan logam berat timbal (Pb) pada stasiun 3 ini juga termasuk tinggi karena berada di atas baku mutu pada Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Pemilihan titik stasiun pengambilan sampel di stasiun 3 ini dilakukan dengan sengaja karena posisi stasiun 3 ini berdekatan dengan Pelabuhan Eksekutif Merak. Sehingga dapat diduga tingginya nilai logam berat timbal (Pb) ini karena dampak dari aktivitas dari Pelabuhan Eksekutif Merak. Banyak aktivitas yang terjadi di pelabuhan. Aktivitas yang dimaksud tersebut yaitu aktivitas kapal laut yang keluar masuk pelabuhan untuk melakukan aktivitas bongkar muat dan juga pergantian bahan bakar minyak oleh kapal-kapal yang berada di sekitar pelabuhan (Ika et al., 2012). Aktivitas pelabuhan dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya. Umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan *tetraethyl* yang mengandung logam berat timbal (Pb) sehingga limbah dari kapal-kapal tersebut dapat menyebabkan kadar logam berat timbal (Pb) di perairan tersebut menjadi tinggi (Rochyatun et

al., 2006). Logam berat timbal (Pb) yang terkandung dalam bahan bakar sebagai anti pemecah minyak (seperti Pb *tetraethyl* dan *tetramethyl*) ini kemudian dilepaskan ke atmosfer melalui alat pembuangan asap dan bagian ini kemudian terlarut dalam laut. Selain itu aktivitas manusia yang terjadi di daratan seperti buangan limbah rumah tangga melalui sampah-sampah metabolik dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam-logam berat juga dapat memberikan andil yang cukup besar terhadap masuknya logam-logam berat di perairan laut (Ika et al., 2012).

Pada pengulangan kedua, kandungan logam berat timbal Pb pada ketiga stasiun menunjukkan nilai <0.002 mg/L. Hal ini dapat terjadi karena dua kemungkinan, pertama yaitu nilai logam berat timbal (Pb) pada perairan Pulau Merak Kecil pada pengulangan kedua sangat kecil atau kurang dari batas ketelitian AAS pada saat pengujian logam berat. Selain itu, rendahnya nilai logam berat timbal (Pb) besar kemungkinan diduga karena pergerakan air pada Pulau Merak Kecil yang dipengaruhi oleh beberapa unsur fisik antara lain arah angin, kecepatan aliran air laut, dan pasang surut, sehingga terjadi pengenceran yang konstan sehingga mengakibatkan kandungan logam berat (Pb) pada Pulau Merak Kecil menjadi rendah. Sejalan dengan pernyataan Wardani et al., (2014) bahwa pengaruh dari arus dan pasang surut air laut menjadikan logam berat timbal (Pb) dalam air laut masih dapat bergerak bebas sehingga menyebabkan pengenceran.

Melihat hasil penelitian khususnya tentang logam berat timbal (Pb) membutuhkan perhatian lebih mengingat aktivitas di sekitar perairan Pulau Merak Kecil memiliki potensi menaikkan kandungan logam berat timbal (Pb). Peningkatan yang terus-menerus dalam pembuangan limbah cair industri yang mengandung senyawa logam berat beracun, seiring waktu akan menyebabkan kerusakan ekosistem sungai. Fenomena ini terjadi karena logam berat sulit terdegradasi secara fisik, kimia, maupun biologis (Palar, 1994).

Kandungan logam berat tembaga (Cu)

Logam berat tembaga (Cu) sering digunakan sebagai bahan baku, katalis, atau komponen utama dalam proses manufaktur suatu industri. Logam berat tembaga (Cu) termasuk dalam kategori logam esensial karena organisme membutuhkannya bahkan dalam jumlah rendah. Namun, logam berat tembaga (Cu) akan memiliki sifat berbahaya pada jumlah

yang tinggi. Logam dari industri akan menyebabkan lingkungan perairan menjadi tercemar (Tampubolon *et al.*, 2021). Adapun

untuk hasil penelitian parameter logam berat tembaga (Cu) dapat dilihat pada **tabel 3** di bawah ini.

Tabel 3. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu)

Pengulangan	Stasiun	Tembaga (Cu) (mg/L)
1	1	0.19
	2	0.18
	3	0.17
2	1	0.2
	2	0.25
	3	0.23
Baku Mutu ^{a)}		0,05

Keterangan: ^{a)} Baku mutu menurut Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021.

Dengan nilai rata-rata dari pengulangan pertama dan kedua serta dari ketiga stasiun didapatkan nilai logam berat tembaga (Cu) bernilai 0,20 mg/L. Jika dibandingkan antara pengulangan pertama dan kedua nilai logam berat tembaga (Cu) cenderung lebih rendah pada pengulangan pertama dengan rata-rata sebesar 0,18 mg/L dan nilai terendah sebesar 0,17 mg/L pada stasiun 3. Sama halnya dengan pembahasan faktor cuaca sangat berpengaruh terhadap perbedaan nilai dari logam berat tembaga (Cu) di perairan Pulau Merak Kecil. Air hujan sangat memberikan pengaruh terhadap kadar logam berat diperairan diperkuat oleh pernyataan dari Meddusa *et al.*, (2017) bahwa logam berat cenderung mengalami pengenceran ketika ada air masuk, seperti air hujan, yang turut mengakibatkan penurunan konsentrasi logam berat dalam air. Selain itu, logam berat dalam perairan juga akan mengalami pengendapan, kemudian akan diserap oleh organisme yang ada di perairan tersebut. Sehingga jelas bahwa hasil dari pengulangan pertama lebih kecil dengan rata-rata nilai logam berat tembaga (Cu) sebesar 0,18 mg/L karena faktor dari cuaca saat pengambilan sampel yaitu dilakukan setelah berhentinya hujan di daerah pengambilan sampel. Namun hal ini tidak bisa dijadikan pedoman karena penelitian hanya dilakukan sebanyak dua kali pengulangan dan perlu memperhatikan faktor lain.

Kandungan logam berat tembaga (Cu) paling tinggi terdapat pada stasiun 2 dengan nilai rata-rata sebesar 0,21 mg/L. Hal ini diduga karena stasiun 2 berdekatan dengan Muara Medaksa yang sudah tercemar oleh limbah domestik yang dicirikan dengan air yang sudah menghitam dan bau tidak sedap di sekitar Muara Medaksa. Limbah domestik merupakan salah satu penyebab tingginya kandungan logam berat tembaga (Cu) yang mencemari perairan diperkuat oleh pernyataan Idris, *et al.*,

(2007) bahwa limbah domestik dan juga kepadatan dari aktivitas perkapalan yang dekat dengan Pelabuhan dapat berperan sebagai sumber pencemaran logam berat seperti logam berat tembaga (Cu). Limbah dari Muara Medaksa masuk ke perairan Pulau Merak Kecil disebabkan oleh beberapa pengaruh salah satunya pola arus. Limbah yang ada di muara sungai akan tersebar ke berbagai arah sesuai dengan pola arus yang terjadi (Indrayana *et al.*, 2014). Selain pengaruh dari limbah yang berasal dari Muara Medaksa yang merupakan hulu dari Sungai Medaksa, pencemaran logam berat tembaga (Cu) tinggi pada stasiun 2 juga diduga disebabkan karena stasiun 2 yang letaknya di dekat galangan kapal. Hal ini diperkuat oleh pernyataan dari Sires (2017) bahwa logam berat tembaga (Cu) bisa masuk ke dalam air karena aktivitas manusia seperti pelepasan gas ke udara, pelapisan logam di industri, dan kegiatan di galangan kapal. Industri galangan kapal memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Aktivitas yang dilakukan di sekitar galangan kapal meliputi pembangunan dan perbaikan kapal. Kapal yang sudah tidak terpakai juga akan terbengkalai di sekitar galangan kapal. Industri galangan kapal memiliki berbagai aktivitas yang berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan karena berdekatan dengan air, udara, dan daratan. Salah satu contoh dampaknya adalah kontaminasi pada ekosistem laut (Hidayat, 2017). Dari segi aktivitas manusia, pertambangan tembaga dan industri galangan kapal, serta kegiatan di pelabuhan, merupakan faktor yang mempercepat kelarutan tembaga di perairan (Palar, 1994). Sehingga diduga kuat salah satu penyebab tingginya kandungan logam berat tembaga (Cu) pada stasiun ini karena letaknya yang dekat dengan Muara Medaksa dan juga dekat dengan galangan kapal.

Nilai kandungan logam berat tembaga (Cu) pada stasiun 3 juga terpantau tinggi dan melebihi baku mutu. Pada stasiun ini berdekatan dengan Pelabuhan Eksekutif Merak yang diduga menjadi sumber tingginya kandungan logam berat tembaga (Cu) pada stasiun ini. Hal ini sesuai dengan pendapat Palar (1994) yang mengatakan bahwa aktivitas yang terjadi di pelabuhan merupakan salah satu faktor yang mempercepat peningkatan kelarutan logam di dalam air adalah melalui jalur ini. Sumber pencemaran tembaga yang paling umum berasal dari industri, rumah tangga, serta pembakaran dan penggunaan bahan bakar. Ketika jumlah tembaga melebihi batas tersebut, dapat menunjukkan sifat yang bersifat toksik (Palar, 1994). Hal ini juga yang

menyebabkan tingginya nilai kandungan logam berat tembaga (Cu) pada stasiun 1 dengan rata-rata sebesar 0,19 mg/L. Pada stasiun ini banyak terjadi aktivitas transportasi dimana banyak perahu hilir mudik untuk mengantar dan menjemput pengunjung ke Pulau Merak Kecil.

Kandungan logam berat kadmium (Cd)

Hasil penelitian untuk parameter logam berat kadmium (Cd) pada pengulangan pertama sebesar <0,003 mg/L mulai dari stasiun 1, stasiun 2, juga stasiun 3. Begitupun pada pengulangan kedua hasil kandungan logam berat kadmium (Cd) pada stasiun 1 sampai stasiun 3 nilainya sebesar <0,003 mg/L.

Tabel 4. Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd)

Pengulangan	Stasiun	Kadmium (Cd) (mg/L)
1	1	<0,003
	2	<0,003
	3	<0,003
2	1	<0,003
	2	<0,003
	3	<0,003
Baku Mutu ^{a)}		0,002

Keterangan: ^{a)} Baku mutu menurut Lampiran VIII PP No. 22 Tahun 2021.

Dapat dilihat bahwa dari ke-dua pengulangan yang dilakukan oleh peneliti, keduanya memiliki nilai yang rendah sehingga tidak terdeteksi. Rendahnya hasil kandungan logam berat kadmium (Cd) pada setiap stasiun diduga karena ketidakmampuan alat mendeteksi kadar logam berat kadmium (Cd) di bawah 0,003 mg/L. Diperkuat oleh pernyataan dari Sumarno dan Kusumaningtyas (2019) bahwa *Limit of Detection* (LoD) memiliki arti sebagai nilai terkecil yang dapat diukur dalam suatu alat atau instrumen untuk suatu analit tertentu. Setiap alat atau instrumen pengujian memiliki nilai minimum yang bervariasi. Jika terdapat kadar logam berat yang sangat rendah di bawah nilai minimum deteksi alat, atau bahkan tidak terdeteksi oleh alat tersebut, biasanya ditandai dengan simbol kurang dari (<).

Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya kadar logam berat kadmium (Cd) salah satunya adalah logam berat kadmium (Cd) memiliki kemampuan untuk terlarut dalam kolom air yang ada dalam perairan, dipengaruhi oleh aliran air dan ketersediaan oksigen di dasar perairan (Noviansyah et al., 2021). Cuaca saat pengambilan sampel pada pengulangan 1 adalah saat terik, namun sebelumnya terjadi hujan. Hal ini bisa saja mempengaruhi rendahnya kandungan logam berat kadmium

(Cd) pada Perairan Pulau Merak Kecil, dimana ketersediaan yang rendah dari logam berat kadmium (Cd) disebabkan oleh proses pengenceran yang terjadi akibat curah hujan. Sesuai dengan pernyataan dari Noviansyah et al., (2021) bahwa kemungkinan rendahnya ketersediaan logam berat kadmium (Cd) disebabkan oleh adanya proses pengenceran atau dilusi saat hujan masuk ke perairan, yang menyebabkan penurunan salinitas dan logam berat timbal (Cd) dalam perairan. Diperkuat dengan pernyataan dari Munce (1990) bahwa rendahnya konsentrasi logam Cd bisa terjadi karena pergerakan air laut yang aktif, yang dipengaruhi oleh faktor seperti angin, arus, gelombang, dan pasang surut. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya proses pengenceran logam Cd di dalam perairan.

Logam berat kadmium (Cd) merupakan sebuah logam berat yang memiliki sifat toksik dan berpotensi mempengaruhi ekosistem perairan. Keberadaannya dalam limbah dikhawatirkan mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), yang dapat mengancam keseimbangan ekologi dan kelangsungan hidup organisme di sekitar perairan laut tersebut (Mamoribo et al., 2015). Jika kandungan kadmium telah mengontaminasi dalam lingkungan perairan, maka melalui rantai makanan dapat

mengancam kehidupan manusia. Racun yang dihasilkan oleh logam berat kadmium (Cd) memiliki dampak yang sangat buruk, dapat menyebabkan tekanan darah tinggi pada manusia yang terpapar (Mamoribo *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) yang hasilnya dibandingkan dengan baku mutu yang tertera pada Lampiran VIII Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air di perairan Pulau Merak Kecil yang diamati memiliki nilai di atas baku mutu yang ditetapkan pada Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk wisata bahari yaitu sebesar 0,005 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kandungan logam berat timbal (Pb) sebesar 0,4 mg/L. Hal ini patut dijadikan perhatian mengingat dengan nilai rata-rata logam berat timbal (Pb) sebesar 0,4 mg/L terbilang jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah.

Pada penelitian ini juga didapati nilai dari logam berat tembaga (Cu) yang terbilang tinggi dengan rata-rata sebesar 0,2 mg/L. Angka tersebut jauh di atas baku mutu yang ditetapkan dalam untuk wisata bahari yaitu sebesar 0,05 mg/L untuk parameter tembaga (Cu). Sedangkan untuk parameter logam berat kadmium (Cd) tidak terdeteksi pada dua kali pengulangan yang dilakukan. Perbedaan hasil pada pengulangan pertama dan kedua dapat disebabkan karena beberapa faktor salah satunya cuaca saat pengambilan. Selain itu dapat juga disebabkan karena faktor angin, arus, gelombang, dan pasang surut.

Perairan Pulau Merak Kecil dapat dikatakan tercemar logam berat khususnya logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) karena sudah jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan. Adapun untuk kandungan logam berat kadmium (Cd) masih tidak terdeteksi di sekitar Perairan Pulau Merak Kecil. Tingginya nilai logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) disebabkan beberapa hal seperti letak geografis dari Pulau Merak Kecil yang berdekatan dengan Pelabuhan Eksekutif Merak dan juga Muara Medaksa. Selain itu terdapat juga galangan kapal yang diduga menjadi salah satu sumber pencemar logam pada perairan Pulau Merak Kecil. Faktor lain juga berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kandungan logam berat di perairan Pulau Merak Kecil. Salah satu yang diduga menjadi sumber pencemar utama adalah banyaknya

transportasi laut menggunakan perahu yang dikhawatirkan bahan bakar atau bahan kimia dari cat yang dipakai menyebabkan tingginya kandungan logam berat di perairan Pulau Merak Kecil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian serta pembahasan yang telah peneliti lakukan di Perairan Pulau Merak Kecil, dapat disimpulkan bahwa perairan Pulau Merak Kecil memiliki kandungan logam berat timbal dengan rata-rata sebesar 0,4 mg/L, tembaga sebesar 0,2 mg/L dan kadmium sebesar <0,003 mg/L. Perairan Pulau Merak Kecil dapat dikatakan telah tercemar logam berat khususnya timbal dan tembaga karena kandungan timbal dan logam berat tembaga yang tinggi dan melebihi baku mutu pada Lampiran VIII Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisyah, A. U., Joko, T., & Nurjazuli, N. (2016). Studi Kandungan dan Beban Pencemaran Logam Timbal (pb) Pada Air Balas Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 843-851.
- Arinda, A., & Wardhani, E. (2018). Analisis Profil Konsentrasi Pb di Air Waduk Saguling. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 3(2), 213-219.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Air dan air limbah – Bagian 84 : Cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara Spektrometri Serapan Atom (SSA) – nyala* (SNI 6989-84:2019). Jakarta: BSN.
- Budiastuti, P., Rahadjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Analisis pencemaran logam berat timbal di badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(5), 119-125.
- Danny, F. (2019). Analisis Keselamatan dan Keamanan Transportasi Penyeberangan Laut di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada*, 9(1), 73-85.
- Hariyanti, A., Jayanthi, O. W., Wicaksono, A., Kartika, A. G. D., Efendy, M., Putri, D. S., & Rahmadani, P. A. (2021). Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Air Laut Sebagai Bahan Baku Garam Di Perairan Padelegan Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah*

- Kelautan dan Perikanan*, 2(4), 282-287.
- Hidayat, T. (2017). Faktor-Faktor di Industri Galangan Kapal yang Dapat Berkontribusi pada Isu Perubahan Iklim. *SPECTA Journal of Technology*, 1(2), 33-40.
- Idris, A. M., Eltayeb, M. H., Potgieter-Vermaak, S. S., Van Grieken, R., & Potgieter, J. H. (2007). Assesment of Heavy Metals Pollution in Sundanese Harbours Along The Red Sea Coast. *Journal Microchem*, 104-112.
- Ika, I., Tahril, T., & Said, I. (2012). Analisis Logam Berat Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 181-186.
- Peraturan Pemerintah. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Ditetapkan Tanggal 02 Februari 2021 Diundangkan Tanggal 02 Februari 2021. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6634.
- Indrayana, R., Yusuf, M., & Rifai, A. (2014). Pengaruh arus permukaan terhadap sebaran kualitas air di perairan Genuk Semarang. *Journal of Oceanography*, 3(4), 651-659.
- Ishak, J., Amin, B., & Thamrin, T. (2014). Analisis Logam Berat pada Air dan Sedimen di Perairan Pantai Pulau Singkep Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2), 18.
- Listiani, N. M. (2014). Pengaruh kreativitas dan motivasi terhadap hasil belajar mata pelajaran produktif pemasaran pada siswa kelas XI SMK Negeri 2 Tuban. *Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan*, 2(2), 263-275.
- Madjid, W. M. (2021). Perancangan Informasi Wisata Kota Cilegon Melalui Media Buku. *Skripsi*, Universitas Komputer Indonesia.
- Mamoribo, H., Rompas, R. J., & Kalesaran, O. J. (2015). Determinasi Kandungan Kadmium (Cd) Di Perairan Pantai Malalayang Sekitar Rumah Sakit Prof Kandou Manado. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3(1), 114-118.
- Ma'rifah, A., Aris, D. S., & Romadhon, A. (2016). Karakteristik dan pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen di perairan kaliangget kabupaten sumenep. In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan* (pp. 82-88).
- Meddusa, S. S., Papatungan, M. G., Syarifuddin, A., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen(As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Public Health Science Journal*, 9(2), 153-159.
- Munce, G. (1990). *Treat of Heavy metal in aquatic environment oceorance analysis and biological relevance*. New York: UI-Press.
- Noviansyah, E., Lumban Batu, D. T., & Setyobudiandi, I. (2021). Kandungan Logam Kadmium (Cd) pada Air Laut, Sedimen, dan Kerang Hijau di Perairan Tambak Lorok dan Perairan Morosari. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 26(1), 128-135.
- Nurfadhilla, N., Nurruhwati, I., Sudioanto, S., & Hasan, Z. (2020). Tingkat pencemaran logam berat timbal (Pb) pada tutut (*filopaludina javanica*) di Waduk Cirata Jawa Barat. *Akuatika Indonesia*, 5(2), 61-70.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pratama, A. B. P., & Sulistyanto, N. (2019). Perancangan Identitas Visual Destinasi Wisata Pulau Merak Kecil Pasca Tsunami Selat Sunda 22 Desember 2018. *eProceedings of Art & Design*, 6(2).
- Rizal, M. (2017). *Fakta Banten*. 3 26. <https://faktabanten.co.id/cilegon/peson-a-pulau-merak-besar-dari-hewan-langka-makam-kramat-hingga-pelayaran-kapal/>.
- Rochyatun, E., & Rozak, A. (2007). Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Makara Journal of Science*, 11(1), 28-36.
- Sasongko, A.S., Rudi, M., Surya, A.T.J., Aziz, R.M.T., & Pambudi, R.A. (2022). Kandungan Logam Berat di Tambak *Gracilaria verrucosa* Desa Lontar Kabupaten Serang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 303-308.
- Sasongko, A.S., Rahayu, B.D., & Satibi, A. (2023). Kandungan Logam Berat di Perairan Teluk Lada Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 14(2), 100-105.
- Sires, J. (2017). *A Review Of Potential Zinc and Copper Pollution Sources in The Kenai*

- River Watershed. Kenai Watershed Forum.* Alaska, USA: Department of Environmental Conservation.
- Sudjana, A. A., Aini, S. N., & Nizar, H. K. (2021). Revenge tourism: Analisis minat wisatawan pasca pandemi COVID-19. *Pringgitan, 2(1)*, 1-10.
- Supraptiah, E., Ningsih, A. S., Fitria, & Amalia, U. (2001). Penyerapan Logam Pb dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri Sebagai Adsorben. *Kinetika, 5(1)*, 9-13.
- Tampubolon, O. F. R., Ismanto, A., Suryoputro, A. A. D., Muslim, M., & Indrayanti, E. (2021). Simulasi Pola Sebaran Logam Berat Tembaga (Cu) di Perairan Kota Pekalongan. *Indonesian Journal of Oceanography, 3(2)*, 174-188.
- Titano, M. R. (2017). Redesain Cilegon Supermall Sebagai Citra Kota Baja. *Tugas Akhir - RA. 141581*, 6.
- Wardani, D. A. K., Dewi, N. K., & Utami, N. R. (2014). Akumulasi logam berat timbal (Pb) pada daging kerang hijau (*Perna viridis*) di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Life Science, 3(1)*.