

Kajian Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) pada *Perna viridis* di Kota Semarang

Vincent Theodorus Siringoringo, Delianis Pringgenies*, Ambariyanto

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, Email: pringgenies@yahoo.com

ABSTRAK: Logam berat merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya bagi sistem lingkungan hidup karena bersifat toksik, tidak dapat terurai secara alami dan cenderung terakumulasi didalam perairan dan tubuh organisme. Akumulasi logam berat Hg, Cu dan Pb dalam biota dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia yang mengonsumsinya dalam konsentrasi tertentu seperti gangguan sistem saraf, merusak ginjal bahkan kematian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan logam berat merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada kerang hijau (*Perna viridis*) dan batas aman konsumsinya di wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan perairan daerah Mangunharjo, Kota Semarang. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif eksploratif. Teknik Pengambilan sampel dan penentuan lokasi menggunakan metode purposive sampling. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli 2020. Analisis kandungan logam berat menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan *Mercury Analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam berat pada wilayah Pelabuhan Tanjung Mas lebih tinggi yaitu (<0,002 mg/Kg) untuk (Hg), (1,864 mg/Kg) untuk (Cu) dan (0,697 mg/Kg) untuk (Pb), sementara daerah Mangunharjo memperoleh hasil yang lebih rendah yakni (1,646 mg/Kg) untuk (Cu) dan (0,253 mg/Kg) untuk (Pb) serta (<0,002 mg/Kg) untuk (Hg). Berdasarkan baku mutu menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.22 Tahun 2021, tingkat pencemaran logam berat di Pelabuhan Tanjung Mas dan Perairan Mangunharjo sudah melampaui batas yang sudah ditetapkan dan batas maksimum daging kerang hijau yang dapat dikonsumsi untuk berat badan rata-rata 60 kg yaitu \pm 2,15 kg dan 2,55 kg per minggu untuk masing masing lokasi.

Kata kunci : Hg; Cu; Pb; *Perna viridis*; *Atomic Absorption Spectrophotometer*

Study of Heavy Metal Content of Mercury (Hg), Copper (Cu) and Lead (Pb) in *Perna viridis* in Semarang City

ABSTRACT: Heavy metals are pollutants that are very dangerous for the environmental system because they are toxic, cannot be decomposed naturally and tend to accumulate in waters and organisms' bodies. The accumulation of heavy metals Hg, Cu and Pb in biota can have a negative impact on human health who consume them in certain concentrations such as nervous system disorders, kidney damage and even death. This study aims to determine the content of heavy metals mercury (Hg), copper (Cu) and lead (Pb) in green mussels (*Perna viridis*) and its safe limit for consumption in the Tanjung Mas Harbor area and the waters area of Mangunharjo, Semarang City. The research method used is descriptive exploratory method. Sampling technique and location determination using purposive sampling method. Sample was taken in July 2020. The analysis of heavy metal content was conducted using AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) and *Mercury Analyzer*. The results showed that the average heavy metal content in the Tanjung Mas Port area was higher (<0.002 mg/Kg) for (Hg), (1.864 mg/Kg) for (Cu) and (0.697 mg/Kg) for (Pb), while the Mangunharjo area obtained lower yields (1.646 mg/Kg) for (Cu) and (0.253 mg/Kg) for (Pb) and (<0.002 mg/Kg) for (Hg). Based on the quality standard according to the Decree of the Minister of the Environment No. 22 of 2021, the level of heavy metal pollution in both locations has

exceeded the predetermined limit and the maximum limit of green mussel that can be consumed for an average body weight of 60 kg from both locations is $\pm 2,15$ kg and 2,55 kg per week.

Keywords: Hg; Cu; Pb; *Perna viridis*; Atomic Absorption Spectrophotometer method

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya bagi sistem lingkungan hidup karena bersifat toksik, tidak dapat terurai secara alami dan cenderung terakumulasi di dalam perairan dan tubuh organisme (Gu *et al.*, 2018). Bioakumulasi logam berat pada biota perairan dapat terjadi melalui sistem jaringan pada tubuh biota, semakin tinggi konsentrasi logam didalam perairan maka semakintinggi pula logam yang terakumulasi didalam tubuh biota (Jitar *et al.*, 2015). Beberapa jenis logam yang berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup adalah merkuri (Hg), tembaga (Cu), dan timbal (Pb).

Logam berat yang terakumulasi di dalam tubuh biota jika dikonsumsi dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia Jitar *et al.*, (2015). Keracunan logam merkuri (Hg) akan menimbulkan gejala gangguan sistem saraf pusat (SSP) yang dapat menyebabkan kelainan, serta dapat merusak ginjal dan menyebabkan cacat bawaan (Barokah *et al.*, 2019). Menurut Ratmini (2009) merupakan senyawa yang tidak dapat terurai oleh proses alam dan bersifat korosif yang menyebabkan luka pada kulit. Amriarni (2011) menjelaskan bahwa logam jenis Pb yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan pada bagian sistem imun, saraf, dan reproduksi.

Menurut Mirawati *et al.* (2016), logam berat dapat terakumulasi kedalam tubuh biota yang ada di perairan salahsatunya adalah kerang. Kerang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan perairan karena sifatnya dapat menyerap logam dan menetap dalam didasar perairan tertentu. Keberadaan kerang digunakan sebagai bioindikator logam berat sehingga penyerapan logam didalam tubuhnya dipandang dapat mewakili keberadaan logam berat yang terdapat di habitatnya. Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu komoditas sumber daya laut yang bernilai ekonomis tinggi dan banyak dikonsumsi oleh manusia karena mengandung protein dan mineral. Kerang hijau (*Perna viridis*) hidup di wilayah perairan payau hingga asin dan memiliki sifat melekat pada benda-benda keras seperti kayu, bambu, badan kapal atau jaring tempat budidaya ikan (Sari dan Harlyan, 2014). Meskipun kaya akan zat gizi dan memiliki kemudahan dalam membudidayakannya, namun beberapa hasil penelitian menyatakan hasil temuannya yang menunjukkan jika terdapat logam berat pada beberapa jenis kerang-kerangan yang diteliti salah satu contohnya adalah kerang hijau. Menurut penelitian Darmono (2001), kerang hijau (*Perna viridis*) dapat mengakumulasi logam berat lebih tinggi dari pada hewan lainnya, karena sifatnya menyaring makanan (*filter feeder non selective*), mobilitas rendah atau menetap (*sessile*), penyebarannya luas dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu sehingga keberadaannya biasa dijadikan sebagai bioindikator pencemaran logam berat di habitat perairannya.

Perairan Mangunharjo dan Pelabuhan Tanjung Mas merupakan salah satu wilayah pesisir yang berada di Kota Semarang. Kendati demikian, keduanya memiliki karakteristik yang berbeda pada sektor mobilitas kegiatan perairannya. Hal ini diduga. Menurut Suryono dan Djunaedi (2017), perbedaan tersebut (2009), sebenarnya logam tembaga (Cu) diperlukan untuk perkembangan tubuh manusia. Namun dalam dosis yang berlebih dapat menyebabkan gangguan SSP (sistem saraf pusat), gagal ginjal, *shock*, koma, anemia dan kematian. Menurut (Zhang *et al.*, 2007) logam timbal (Pb) juga akan berdampak terhadap pencemaran dan limbah yang dihasilkan khususnya pencemaran logam berat. Jupriyati *et al.*, (2013) mengemukakan bahwa wilayah Perairan Mangunharjo merupakan daerah pesisir yang terletak tidak jauh dari pemukiman penduduk, yang kebanyakan berprofesi sebagai nelayan. Oleh karena itu tidak jarang ditemui perahu-perahu, dan beragam jenis pertambakan di wilayah ini. Selain itu di sekitar Wilayah tersebut juga ada beberapa kegiatan industri yang dapat ditemui seperti industri keramik, kayu maupun plastik. Hasil dari

limbah industri dan kegiatan nelayan ini diduga dapat menghasilkan pencemaran logam berat ke dalam perairan Mangunharjo.

Wilayah Pelabuhan Tanjung Mas Semarang sedikit berbeda dengan perairan Mangunharjo. Aktivitas perairan di wilayah ini cenderung lebih ramai dan sibuk dengan aktivitas perahu-perahu nelayan, kapal-kapal besar untuk transportasi, pemukiman penduduk, pasar, dan juga kegiatan industri. Tingginya aktivitas pada wilayah ini diduga dapat menyebabkan peningkatan jumlah pencemaran yang masuk ke dalam laut seperti logam berat (Supriyanti dan Soenardjo, 2015). Beberapa pabrik di wilayah Pelabuhan Tanjung Mas seperti Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), industri garmen, dan industri pengolahan tepung, mempengaruhi tingkat pencemaran logam berat yang dimasukkan ke dalam laut lewat pembuangan limbah sisa hasil produksi (Sijabat *et al.*, 2014)

Masuknya bahan pencemar ke dalam laut, dapat menimbulkan kerusakan bagi ekosistem laut itu sendiri dan lambat laun akan terakumulasi di dalam perairan serta biota laut yang tinggal di dalamnya. Hal dapat mengganggu kelangsungan hidup bahkan menyebabkan kematian tidak hanya bagi biota di dalamnya, namun juga manusia yang mengkonsumsinya (Barokah *et al.*, 2019). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul Kajian Kandungan Logam Berat Merkuri (*Hg*), tembaga (*Cu*) dan timbal (*Pb*) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di wilayah perairan Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah perairan Mangunharjo, Kota Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kandungan logam berat (*Hg*), (*Cu*) dan (*Pb*) pada wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan Perairan Mangunharjo Kota Semarang serta perbandingannya dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021 dan batas aman konsumsi kerang hijau (*Perna viridis*) di kedua lokasi berdasarkan WHO/FAO 2017.

MATERI DAN METODE

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel daging kerang hijau (*Perna viridis*) yang diambil dari wilayah Perairan Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah Perairan Mangunharjo, Kota Semarang. Pengambilan sampel dilakukan pada Bulan Juli 2020. Pengambilan sampel kerang diambil langsung ke dalam air dengan tangan dan dengan bantuan alat masker dan snorkel. Lokasi Penelitian ditentukan berdasarkan hasil survei pendahuluan sebelumnya dan penentuan koordinat masing-masing lokasi survei menggunakan alat GPS. Metode pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yang diterapkan pada dua daerah berbeda. Lokasi 1 terletak di dekat Kawasan Mangrove, daerah Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Semarang. Lokasi ini dipilih karena letaknya jauh dari lokasi kawasan industri dan pelabuhan serta cukup jauh dari daerah penduduk. Lokasi ini terletak pada koordinat $06^{\circ}54'44,87''$ - $110^{\circ}.19'40,10''$. Lokasi 2 terletak di dekat daerah Pelabuhan Tanjung Mas. Lokasi ini dipilih karena berada di sekitar pelabuhan, kawasan industri dan ramai penduduk yang diduga menjadi tempat pembuangan limbah yang mengandung logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), maupun Timbal (*Pb*). Lokasi ini terletak pada Koordinat $-06^{\circ}56'35,95''$, $110^{\circ}26'20,08''$.

Sampel Kerang Hijau yang didapatkan sebanyak dua kilogram per lokasi selanjutnya dibawa dengan kantong plastik dan dikupas cangkangnya. Hasil dari pengupasan sampel kerang tersebut diperoleh sampel daging kerang hijau seberat 500 gram per lokasi. Sampel daging kerang selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah plastic bundar dan dibawa ke Laboratorium Uji untuk mengukur kandungan logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), dan Timbal (*Pb*) dengan menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) dan *Mercury Analyzer* di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi, BBT PPI, Semarang.

Nilai *safety level* atau batasan aman untuk konsumsi dijadikan acuan untuk menghindari dampak buruk yang dapat ditimbulkan logam berat jika masuk ke dalam tubuh. Batas aman untuk mengonsumsi kerang hijau yang sudah mengandung logam berat pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan batasan toleransi jumlah kontaminan logam berat pada daging kerang yang dapat ditoleransi oleh tubuh manusia selama satu minggu (*provisional tolerable weekly intake-PTWI*). Persamaan perhitungan PTWI yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada metode FAO/WHO (2017) sebagai berikut :

$$MWI = \text{Berat badan} \times PTWI$$

Setelah mengetahui nilai MWI dan mengetahui konsentrasi logam berat pada biota uji, maka dapat dihitung berat maksimal dalam mengkonsumsi kerang dalam setiap minggunya. Nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dihitung dengan rumus (Turkmen *et al.*, 2008):

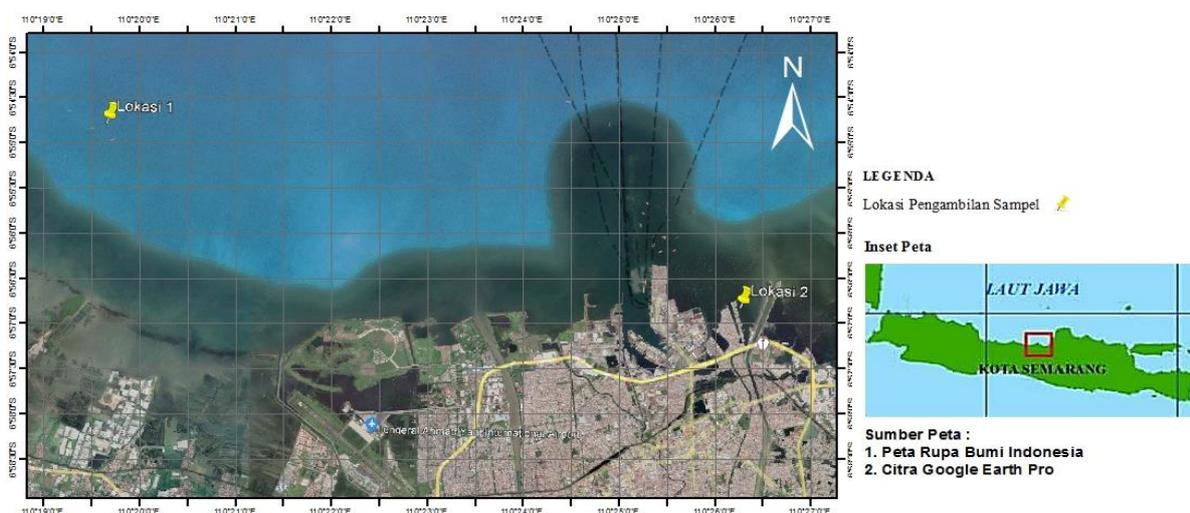
$$MTI = MWI / Ct$$

Keterangan : MWI = Maksimum konsumsi perminggu (mg/minggu); PTWI = Angka Toleransi batas konsumsi maksimum (mg/Kg Bb/minggu); MT = Maksimum toleransi konsumsi (gr/hari); Ct = Konsentrasi logam berat yang terkandung dalam daging (mg/kg)

Data yang didapatkan berupa data kandungan logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), dan Timbal (*Pb*) yang diperoleh melalui sampel daging kerang hijau (*Perna viridis*). Data hasil kandungan logam berat dan perhitungan batas maksimum konsumsi sampel penelitian pada dua lokasi berbeda kemudian diolah menggunakan Ms. Excel 2010 kemudian dibandingkan melalui standar baku mutu untuk biota yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021 dan disajikan dalam bentuk tabel dan histogram secara deskriptif.

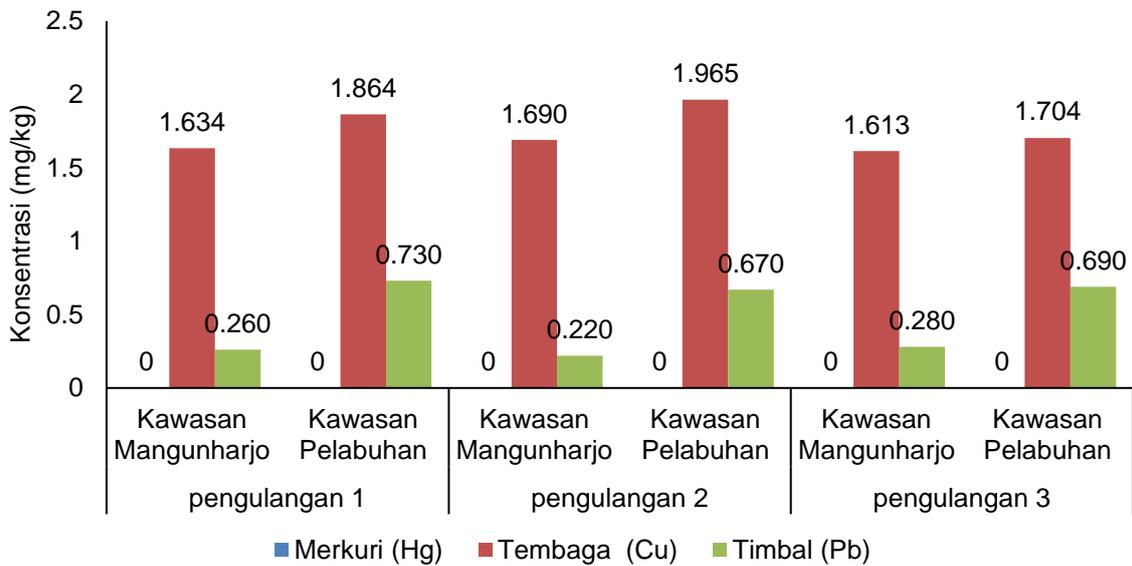
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji analisis konsentrasi logam berat pada daerah mangunharjo dan kawasan sekitar pelabuhan diperoleh lewat pengujian sampel daging kerang yang diambil sebagai sampel dari masing-masing daerah yang diambil pada bulan agustus 2020. Pengujian logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), dan Timbal (*Pb*) masing-masing dilakukan 3 pengulangan untuk kedua sampel. Berdasarkan hasil uji analisis yang dilakukan, kandungan logam berat tembaga (*Cu*) pada wilayah pelabuhan (1,864; 1,965; 1704 mg/Kg) lebih tinggi daripada wilayah perairan Mangunharjo (1,634; 1,690; 1,613 mg/Kg). Hasil uji logam berat timbal (*Pb*) juga menunjukkan angka konsentrasi yang lebih tinggi pada wilayah pelabuhan (0,730; 0,670; 0,690 mg/Kg) daripada wilayah perairan Mangunharjo (0,280; 0,220; 0,260 mg/Kg). Berdasarkan hasil uji logam berat Merkuri (*Hg*) pada kedua daerah diperoleh kesamaan jumlah konsentrasi sebesar <0,002 mg/Kg. Perbandingan kandungan logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), dan Timbal (*Pb*) pada kedua lokasi ditampilkan pada Gambar 2.

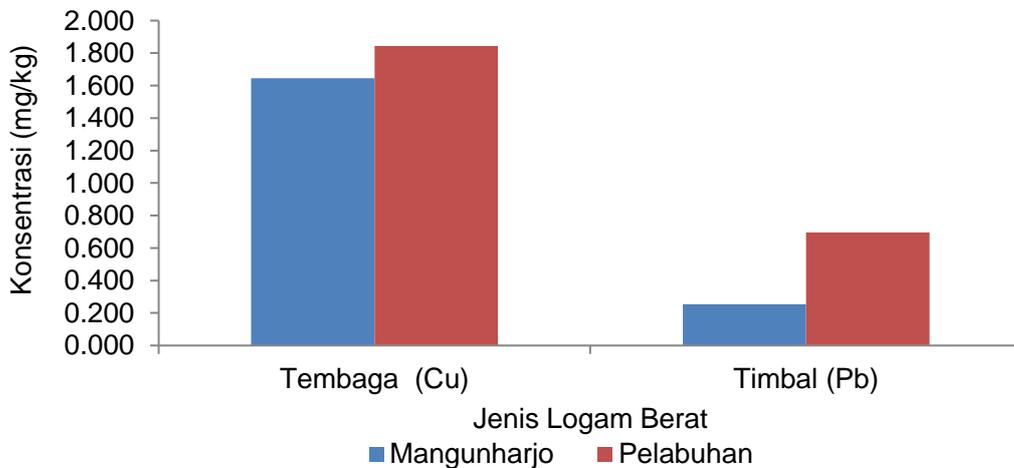


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian 1. Perairan Mangunharjo dan 2. Pelabuhan Tanjung Mas Semarang

Kontaminasi logam berat pada suatu ekosistem perairan telah menjadi perhatian serius. Hal ini dikarenakan sifat logam berat yang *persisten* di lingkungan perairan dan efek paparan kontaminasi yang ditimbulkan baik pada organisme perairan maupun pada kesehatan manusia walaupun dalam jumlah yang sedikit (Gu *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di daerah Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah Perairan Mangunharjo, diketahui bahwa kandungan logam Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), Timbal (*Pb*) yang terkandung dalam sampel kerang hijau (*Perna viridis*) menunjukkan hasil yang berbeda per pengulangan. Rata-rata kandungan logam berat (Gambar. 3) tembaga (*Cu*) yang diperoleh dari sampel daging kerang hijau (*Perna viridis*) pada wilayah perairan Mangunharjo menunjukkan angka konsentrasi sebesar 1,646 mg/Kg, sementara untuk wilayah Pelabuhan Tanjung Mas menunjukkan angka 1,844 mg/Kg. Kedua lokasi tersebut sudah melewati batas angka yang cukup jauh dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021 yaitu sebanyak 0,008 mg/Kg.



Gambar 2. Kandungan logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), Timbal (*Pb*) di wilayah Perairan Mangunharjo dan wilayah Pelabuhan Tanjung Mas



Gambar 3. Rata-rata perbandingan kandungan logam berat Merkuri (*Hg*), Tembaga (*Cu*), Timbal (*Pb*) di wilayah perairan Mangunharjo dan wilayah Pelabuhan Tanjung Mas

Tingginya tingkat konsentrasi pada kedua daerah tersebut tidak terlepas dari kondisi dan aktivitas yang terjadi di daerah perairan tersebut, dimana semakin bertambahnya tahun, dan semakin berkembangnya zaman, tingkat aktivitas rumah tangga dan jalur transportasi kapal pun ikut meningkat. Hal tersebut mengakibatkan buangan limbah industri seperti pada daerah Pelabuhan Tanjung Mas, serta jalur transportasi yang dilewati kapal-kapal baik yang penumpang maupun kapal nelayan yang menggunakan bahan bakar mengandung tembaga dapat menambah kadar pencemaran di kedua daerah tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan menurut Palar (2004), yang mengatakan aktivitas manusia, industri galangan kapal dan berbagai aktivitas pelabuhan lainnya merupakan cara yang mempercepat peningkatan konsentrasi logam didalam air. Hal ini dikarenakan tembaga (*Cu*) biasanya terikat kuat pada bahan organik membuat pengendapannya didasar perairan lebih cepat.

Nilai rata-rata yang diperoleh untuk logam berat timbal (*Pb*) pada wilayah Perairan Mangunharjo dan Pelabuhan Tanjung Mas masing masing memperoleh angka 0,253 mg/Kg dan 0.697 mg/Kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa wilayah Perairan Mangunharjo memiliki angka konsentrasi logam berat timbal (*Pb*) yang sudah diambang batas standar baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan keputusan Kementrian Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021 yaitu 0,008 mg/Kg. Terdapat perbedaan konsentrasi yang cukup signifikan baik dari segi jumlah perolehan kedua lokasi. Menurut (de Souza Machado *et al.*, 2016) hal ini disebabkan oleh aktivitas yang berbeda dikedua perairan, dimana perairan wilayah Pelabuhan Tanjung Mas yang lebih ramai dan sibuk daripada wilayah Perairan Mangunharjo. Banyaknya Kapal dengan jenis dan ukuran yang lebih besar, aktivitas nelayan yang menggunakan bahan bakar mengandung logam timbal (*Pb*) diduga menjadi penyebab tingginya angka konsentrasi didaerah tersebut. Namun, kedua daerah sama-sama menunjukkan angka diatas baku mutu. Hal tersebut diduga karena wilayah Perairan Mangunharjo juga dipadati oleh penduduk yang sehari-hari banyak bekerja sebagai nelayan. Diduga pemasukan timbal (*Pb*) berasal dari aktivitas sehari-hari masyarakat, pengelupasan cat pipa serta sisa pembakaran bahan dari perahu mesin yang digunakan sebagai alat transportasi dan pengangkutan (Cahyani, 2016).

Sementara untuk hasil rata rata Kandungan logam berat merkuri (*Hg*) di kedua daerah sama-sama menunjukkan angka <0.002 mg/Kg. Hasil ini dapat memberi dua informasi yaitu, tingkat ketelitian alat penguji *Mercury analyzer* hanya sanggup mendeteksi angka ketelitian hingga 0,002, yang mana hasil dari kandungan logam berat merkuri (*Hg*) pada wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah Perairan Mangunharjo berada dibawah batas uji alat tersebut. Menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021, Baku mutu air laut untuk biota laut berada pada angka 0.001 mg/Kg. Hasil analisis rata-rata logam berat merkuri (*Hg*) pada daerah Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah Perairan Mangunharjo dapat dikatakan masih berada dibatas aman, karena tidak terpaut begitu jauh dari standar baku mutu yang ada. Menurut (Jitar, *et al.*, 2015) hal ini dapat disebabkan oleh belum banyaknya aktivitas seperti *industry pulp* dan kertas serta yang menghasilkan limbah merkuri (*Hg*) yang dapat meningkatkan konsentrasi logam berat tersebut di kedua lokasi. Selain itu, kerang juga dapat melakukan proses reduksi logam berat dengan proses ekskresi lewat feses, dan urin, yang dapat mengurangi kandungan logam berat yang ada didalam tubuh walaupun tidak secara signifikan (Barokah *et al.*, 2019).

Konsumsi maksimum mingguan sampel kerang hijau (*Perna viridis*) yang diperoleh dari wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah perairan Mangunharjo telah dihitung dengan *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dan *Maximum Weekly Intake* (MWI) perminggu untuk individu orang dewasa dengan contoh rata-rata berat badan 60 Kg per orang yang disajikan pada Tabel 1.

Konsumsi maksimum mingguan sampel kerang hijau (*Perna viridis*) yang diperoleh dari wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan wilayah Perairan Mangunharjo (Tabel 1) telah dihitung dengan maximum Tolerable Intake perminggu untuk individu orang dewasa dengan contoh rata-rata berat badan 60 Kg per orang. Batas maksimum konsentrasi dari bahan pangan yang terkontaminasi oleh logam berat yang dapat dikonsumsi per minggu atau berdasarkan *perhitungan Maximum Weekly Intake* (MWI) adalah sebesar 1,5 mg untuk Logam berat jenis Timbal (*Pb*), 4,2 mg untuk jenis logam berat Tembaga (*Cu*), dan 0,24 mg untuk jenis logam berat Merkuri (*Hg*). Jika

Tabel 1. Batas Toleransi dan Konsumsi Kerang Hijau

Lokasi	Logam berat	Konsentrasi (mg/Kg)	PTWI (mg/kgBB/minggu)	MWI (mg/minggu)	MTI (Kg/minggu)
Perairan Mangunharjo	Hg	<0.002	0.004	0.24	-
	Cu	1.646	0.07	4.2	2.55
	Pb	0.253	0.025	1.5	5.93
Pelabuhan Tanjung Mas	Hg	<0.002	0.004	0.24	-
	Cu	1.844	0.07	4.2	2.28
	Pb	0.697	0.025	1.5	2.15

jumlah logam berat yang masuk ke dalam tubuh individu dengan berat badan rata-rata 60 kg dan melebihi nilai MWI berdasarkan Tabel 3, makan logam Pb, Cu, dan Hg akan menjadi racun yang berdampak buruk bagi tubuh (Mirawati *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil perhitungan *Maximum Tolerable Intake* (MTI), dapat dilihat bahwa individu yang mempunyai berat badan rata-rata 60 kg hanya dapat mengonsumsi kerang hijau sebanyak $\pm 2,15$ kg per minggu, yaitu sebagai nilai batas terkecil dari jenis residu logam berat jenis Timbal (*Pb*) dan Tembaga (*Cu*) untuk daerah Pelabuhan Tanjung Mas dan sebanyak 2,55 kg per minggu untuk daerah Perairan Mangunharjo. Pengambilan batas terkecil dilakukan untuk mencegah agar tidak terjadi akumulasi logam dalam tubuh yang dapat menyebabkan kematian pada manusia (Hidayah *et al.*, 2014; Barokah *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji analisis merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada kerang hijau (*Perna viridis*) yang dilakukan di Wilayah Pelabuhan Tanjung Mas dan Wilayah Perairan Mangunharjo diperoleh bahwa hasil rata-rata dari pengujian logam berat merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dari kedua lokasi, diperoleh hasil berturut-turut yaitu (<0.002; 1,844; 0,697) untuk wilayah Pelabuhan Tanjung Mas yang lebih tinggi daripada wilayah Mangunharjo yaitu (<0.002; 1,646; 0.253). Berdasarkan baku mutu menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2021, tingkat pencemaran logam berat pada kedua Lokasi tergolong tinggi, karena sudah melampaui batas baku mutu yang sudah ditetapkan. Batas maksimum daging kerang hijau yang dapat dikonsumsi dengan berat badan rata-rata 60 kg di daerah Pelabuhan Tanjung Mas dan Perairan Mangunharjo Semarang yaitu $\pm 2,15$ kg dan 2,55 kg per minggu yaitu sebagai nilai batas terkecil dari jenis residu logam berat jenis Timbal (*Pb*) dan Tembaga (*Cu*).

DAFTAR PUSTAKA

- Amriarni, A., Hendrarto, B. & Hadiyanto, A. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa L*) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis L*) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2):45-50. DOI: 10.14710/jil.9.2.45-50
- Barokah, G.R., Dwiwitno, D. & Nugroho, I. 2019. Kontaminasi logam berat (hg, pb, dan cd) dan batas aman konsumsi kerang hijau (*Perna viridis*) dari perairan Teluk Jakarta di musim penghujan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 14(2):95-106. DOI: 10.15578/jpbkp.v14i2.611
- Cahyani, N., 2016. Kandungan logam berat Pb, Hg, Cd dan Cu pada daging ikan rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3):267-276. DOI: 10.17844/jphpi.v19i3.14533
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI Press, Jakarta.
- FAO/WHO. 2017. *Summary of Evaluations Performed by The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA 1956-2003) ILSI Press International Life Science Institute, Washington.

- Gu, Y.G., Ning, J.J., Ke, C.L. & Huang, H.H. 2018. Bioaccessibility and human health implications of heavy metals in different trophic level marine organism: A case study of South China Sea. *Exotoxicology and Environmental Safety*, 16: 551-557. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2018.07.114
- Hidayah, A.M., Purwanto, P. & Soeprobowati, T.R. 2014. Biokonsentrasi logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *BIOMA*, 16(1):1-9. DOI: 10.14710/bioma.16.1.1-9
- Jitar, O., Teodosiu, C., Oros, A., Plavan, G. & Nicoara, M. 2015. Bioaccumulation of heavy metals in marine organism from Romanian sector of the Black Sea. *New Biotechnology*, 32(3):369-378. DOI: 10.1016/j.nbt.2014.11.004
- Jupriyati, R., Soenardjo, N., & Suryono, C.A., 2013. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Terhadap Histologi Akar Mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. Di Perairan Manghunharjo Semarang., *Journal of Marine Research*, 3(1):61-68.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Baku Mutu Air Laut.
- de Souza Machado, A.A., Spencer, K., Kloas, W., Toffolon, M. & Zarfl, C. 2016. Metal fate and effects in estuaries: a review and conceptual model for better understanding of toxicity. *Science of the Total Environment*, 541: 268-281. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.045
- Mirawati, F., Supriyantini, E. & Nuraini, R.A.T. 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2):121-126. DOI: 10.14710/buloma.v5i2.15731
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta. Jakarta, 159 hlm.
- Ratmini, N. A., 2009. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Dan Cadmium (Cd) Pada Daging Ikan Sapu-Sapu (*Hyposarcus pardalis*) Di Sungai Ciliwung Stasiun Srengseng, Condet Dan Manggarai. *Vis Vitalis*, 2(1):1-7.
- Sari, S.H.J. & Harlyan, L.I. 2014. Kelayakan Kualitas Perairan Sekitar Mangrove Center Tuban untuk Aplikasi Alat Pengumpul Kerang Hijau (*Perna viridis* L). *Research Journal Of Life Science*, 1(2):60-68. DOI: 10.21776/ub.rjls.2015.002.01.8
- Sijabat, E., Trinuraini, R.A. & Supriyantini, E. 2014. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(4):475-482. DOI: 10.33373/dms.v4i3.45
- Supriyantini, E. & Soenardjo, N. 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2):98-106. DOI: 10.14710/jkt.v18i2.520
- Suryono, C.A. & Djunaedi, A. 2017. Logam berat Pb, Cr dan Cd dalam Perairan Pelabuhan Tanjung Mas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1):25-29. DOI: 10.14710/jkt.v20i1.1350
- Turkmen, M., Turkmen, A. & Tepe, Y. 2008. Metal Combinations in five fish species from black, marmara, aegean, and Mediteranian Sea, Turkey. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 53(1):1435-1439. DOI: 10.4067/S0717-97072008000100021.
- Zhang, F.Q., Wang, Y.S., Lou, Z.P. & Dong, J.D. 2007. Effect of heavy metal stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of two mangrove plant seedlings (*Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorrhiza*). *Chesmosphere*, 67(1):44-5. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2006.10.007