Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386 DOI : 10.14710/jmr.v10i3.31650
EISSN: 2407-7690
https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr

Amankah Mengkonsumsi Kerang Hijau *Perna viridis* Linnaeus, 1758 (Bivalvia: Mytilidae) yang ditangkap di Perairan Morosari Demak?

Alvi Akhmad Arifin*, Chrisna Adhi Suryono, Wilis Ari Setyati
Departemen Ilmu Kelautan, FakultasPerikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail : aakhmad16@gmail.com

ABSTRAK : Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan komoditas perikanan yang sering dikonsumsi sebagai bahan pangan. Sampel yang diambil berasal dari perairan Morosari Demak pada bulan Juni, Juli dan Agustus 2020. Tujuan dari penelitian ini untuk menduga kandungan logam berat Pb dan Cu yang terdapat pada air, sedimen dan kerang hijau serta menentukan batas toleransi untuk mengkonsumsi kerang hijau yang mengandung logam berat. Penelitian ini bertujuan juga untuk menentukan Faktor biokonsentrasi (BCF) yang merupakan nilai akumulasi bahan kimia (polutan) dalam tubuh kerang. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, sedangkan metode penentuan lokasi menggunakan metode purposive sampling. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel kerang hijau, air dan sedimen. Parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, kecerahan, pH diukur secara in situ. Hasil penelitian menunjukkan nilai kandungan logam berat dalam daging kerang hijau berkisar 0,140-0,617 mg/kg (Pb) dan 0,035-0,851 mg/kg (Cu). Kandungan Pb dan Cu pada kerang hijau di semua stasiun dan bulan pengambilan sampel masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (2009) untuk logam berat Pb sebesar 1,5 mg/kg dan FAO (2011) untuk logam berat Cu sebesar 1 mg/kg. Kemampuan kerang hijau dalam mengakumulasi logam berat Pb dan Cu pada setiap bulan bervariasi, sebagian besar memiliki kemampuan akumulasi organisme rendah dengan nilai FBK < 1, sebagian memiliki kemampuan akumulasi organisme sedang dengan nilai FBK >1 dan ≤2 dan beberapa memiliki kemampuan akumulasi organisme tinggi dengan nlai FBK >2. Analisis batas aman konsumsi kerang hijau yang tercemar logam berat pada lokasi penilitian menunjukan kerang hijau masih aman dikonsumsi hingga 2,43 kg/minggu pada orang dewasa dengan berat badan rata-rata 60 kg

Kata kunci: Adsorpsi; Kerang; Pencemaran Air; Morosari

Is it safe to eat green mussels Perna viridis Linnaeus, 1758 (Bivalves: Mytilidae) caught in Morosari Demak ?

ABSTRACT : *Green mussels, Perna viridis is a fishery commodity that is often consumed as a food. The purpose of this study is to evaluate the concentration of pb and cu heavy metals contained in water, sediment and green mussels. The sample was collected in Morosari coastal waters Demak in June, July and August 2020 and determine the tolerance limit for consuming green mussels containing heavy metals. This research aims to determine the bioconcentration factor (BCF) which is the value of accumulation of chemicals (pollutants) in the body of shellfish. Samples of green mussels were taken from three stations which are ponds of green mussels belonging to Morosari fishermen. This study uses descriptive method, while location determination method using purposive sampling method. The materials used in this study were samples of green mussels, water and sediment. Environmental parameters such as temperature, salinity, dissolved oxygen, brightness, pH are measured in situ. The results showed the value of heavy metals in green shellfish ranging from 0.140-0.617 mg/kg (Pb) and 0.035-0.851 mg/kg (Cu). The content of Pb and Cu in green mussels in all stations and months of sampling is still below the threshold set by the National Standardization Body (2009) for pb heavy metals of 1.5 mg/kg and Cu heavy metals of 1 mg/kg. The ability of green shells in accumulating heavy metals Pb and Cu on a monthly vary, most have low organism accumulation ability with BCF value < 1, some have the ability to accumulate medium organisms with BCF values >1 and ≤2 and some have high organism accumulation ability with BCF >2. Analysis of the safe limit of consumption of green*

Diterima : 29-06-2021 ; Diterbitkan : 02-08-2021

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

mussels contaminated with heavy metals at the research site showed green mussels were still safe to consume up to 2.43 kg/week in adults with an average body weight of 60 kg.

***Keywords**: Adsorption; Mussel; Water Pollution; Morosari*

PENDAHULUAN

Logam berat dalam suatu perairan berguna dalam proses metabolisme makhluk hidup untuk, tetapi jika logam berat tersebut berlebihan akan menyebabkan keracunan (Permata *et al*., 2018). Logam berat apabila keberadaanya melewati batas baku mutu maka dikatakan sebagai bahan pencemar (Palar, 2012). Logam timbal (Pb) merupakan logam non essensial bagi tubuh yang salah satu sumbernya berasal dari kegiatan antropogenik berupa bahan bakar minyak, yang mencemari perairan laut (Cordova, 2016). Logam Cu (Tembaga) merupakan logam essensial bagi kehidupan manusia, tetapi dalam kadar tinggi dapat terakumulasi dalam darah, hati, dan ginjal lalu menyebabkan anemia, gangguan ginjal dan usus, koma, kematian, dan penyakit wilson

Kerang hijau biasanya digunakan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan di ekosistem laut (Otter *et al*., 2015). Alasan kerang hijau cocok sebagai bioindikator pencemaran lingkungan perairan laut karena memiliki persebaran yang luas di seluruh perairan pesisir dunia. Kerang hijau juga mampu mengakumulasi banyak polutan ke tingkat yang sedikit lebih tinggi dari konsentrasi sebenarnya dalam air (Nicholson & Lam, 2005). Kerang hijau merupakan bivalvia dengan sifat *filter feeder* dimana kerang hijau memompa air melalui rongga mantel dan menyaring partikel yang ada dalam air. Hal tersebut membuat kerang hijau mengkonsumsi bahan apapun yang terkandung pada air baik bermanfaat atau beracun (Suryono, 2013). Kerang hijau dapat bertahan hidup walau dengan kondisi perairan tercemar, termasuk dengan konsentrasi logam berat yang melebihi ambang batas yang ditentukan (Cordova, 2016).

Perairan Morosari, Demak merupakan salah satu pesisir yang potensial mengalami pencemaran lingkungan dimana potensi sumber pencemar berasal dari pelabuhan Tanjung Mas, sampah domestik, dan muara sungai yang membawa pencemar dari hulu (Falah *et al.,* 2018). Morosari yang berada di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak selama ini ini dimanfaatkan untuk berbagai macam aktivitas seperti pembuangan limbah industri, jalur lalu lintas perahu nelayan, kawasan wisata, dan kegiatan perikanan baik budidaya maupun tangkap (Mariana *et al*., 2016). Aktifitas lainnya seperti pembangunan jalan tol Semarang-Demak sepanjang 27 km yang melewati perairan Morosari (Kristian,2017). Adanya kegiatan-kegiatan tersebut diduga memberikan dampak pencemaran lingkungan terhadap perairan Morosari (Nasution *et al*., 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Falah *et al.* (2018), menunjukan kandungan Pb di perairan Morosari, Demak pada kerang berkisar antara 2,790 mg/kg sampai 26,667 mg/kg sedangkan kandungan Cu berkisar antara 3,761 mg/kg sampai 30,167 mg/kg. Penelitian tersebut menunjukan kandungan Pb dan Cu pada kerang hijau telah melewati ambang batas yang ditentukan. Batas maksimum cemaran logam Pb dalam kerang untuk pangan sebesar 1,5 mg/kg (BSN, 2009) dan logam Cu sebesar 1 mg/kg (FAO, 2011). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi seberapa besar pencemaran yang terjadi karena perubahan musim dan input bahan pencemar dapat berpengaruh terhadap kandungan logam berat yang berada pada pada tubuh kerang hijau (Barokah *et al*., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menduga konsentrasi logam berat pada kerang hijau yang dikumpulkan pada bulan Juni, Juli dan Agustus dan mengetahui nilai batasan aman (safety level) untuk konsumsi kerang hijau di Perairan Morosari Demak. Hal ini penting dilakukan karena kerang hijau dari Perairan Morosari merupakan produk komersial yang dikonsumsi secara luas dan karenanya dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia (Yap *et al.*, 2016).

MATERI DAN METODE

Materi penelitian yang digunakan adalah sampel Kerang hijau (*Perna viridis*), air dan sedimen yang di ambil dari Perairan Morosari, Demak. Sampel kerang hijau, air dan sedimen

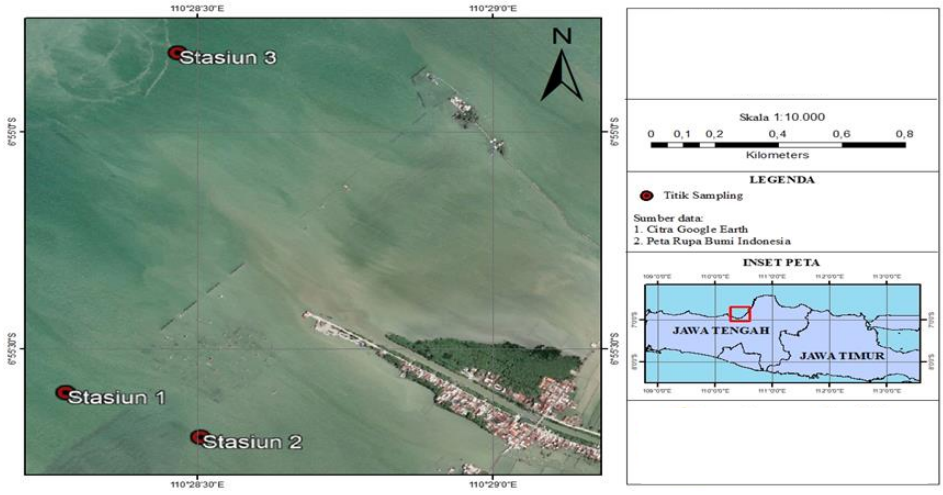
Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

yang diambil berjarak sekitar 2 km dari garis pantai. Pengambilan sampel kerang hijau dilakukan pada usia panen pada umur 6-7 bulan (Sudradjat, 2015). Ukuran sampel kerang hijau diambil memiliki panjang 6-8 cm dan lebar 2,5 cm yang merupakan ukuran konsumsi (Andayani *et al*., 2019). Sampel kerang hijau yang hidup menempel di bambu diambil sebanyak 30 ekor dalam setiap stasiun pada bulan Juni, Juli dan Agustus. Kerang hijau yang didapat dimasukkan ke dalam kantung plastik dan diberi label. Sampel kerang hijau kemudian dimasukan kedalam pendingin seharian agar memudahkan proses selanjutnya yaitu memisahkan antara daging kerang hijau dengan cangkangnya (Kamaruzzaman *et al.*, 2011).

Penanganan sampel kerang hijau pada dasarnya sama dengan sampel sedimen. Kerang hijau dan sedimen dikeringkan selama beberapa hari menggunakan bantuan sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya, untuk sedimen sendiri dipisahkan antara sedimen dengan pecahan cangkang kerang, patahan karang dan material lain yang tidak dibutuhkan, kemudian dihaluskan hingga menjadi bubuk. Setelah itu sampel kerang hijau dan sedimen dikeringkan dalam oven dengan suhu 100^{o}C selama 12 jam untuk menghilangkan kadar airnya dan diperoleh berat konstan (Nur & Karneli, 2015).

Sampel kerang hijau dan sedimen yang telah kering masing-masing ditimbang sebanyak ± 5 gr kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500-550 ^{o}C (pengabuan) selama 4-5 jam. Setelah proses pengabuan selesai selanjutnya masing-masing sampel tersebut dilarutkan dengan menambahkan 20 mL HNO3 pekat dan 10 mL HCIO4. Kemudian ditambahkan aquades sampai volume menjadi 50 mL. larutan tersebut dipanaskan menggunakan hot plate sampai mendidih dan volume berkurang 30 mL. Jika belum terjadi kabut (asap putih) ulangi penambahan HNO3 sebanyak 20 mL dan HCIO4 sebanyak 10 mL pada larutan tersebut, kemudian dipanaskan kembali hingga terjadi kabut (asap putih) dan larutan sampel menjadi jernih. Setelah terjadi kabut (asap putih) kemudian ditambahkan kembali larutan aquades sehingga volume sampel menjadi 50 mL, lalu larutan sampel didinginkan dan diendapkan. Larutan yang telah didinginkan dan diendapkan disaring fasa airnya menggunakan kertas saring. Kemudian filtrate sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades sampai tepat tanda batas. Larutan sampel yang diperoleh siap dianalisis menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spetrophotometric)* (Hutagalung *et al*., 1997)

Preparasi sampel air laut pertama dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 50 mL, kemudian ditambahkan 5 mL HNO3 pekat. Larutan sampel dipanaskan perlahan-lahan menggunkan hot plate sampai volume berkurang 15 mL. Kemudian ditambahkan kembali larutan aquades sampai volume menjadi 50 mL, setelah itu larutan didinginkan dan diendapkan. Proses ini dilakukan secara berulang hingga logam larut, yang terlihat dari warna endapan contoh uji menjadi agak putih atau jernih. Kemudian filtrate sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquades sampai tepat tanda batas. Larutan sampel yang diperoleh siap dianalisis menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spetrophotometric*) (APHA, 2012).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel di perairan Morosari Demak

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

Faktor biokonsentrasi

Faktor biokonsentrasi (*bioconcentration factor*/BCF) adalah nilai akumulasi bahan kimia (polutan) dalam tubuh organisme, sehingga diketahui kemampuan kerang hijau dalam mengakumulasi logam berat dari lingkungannya (Irawati *et al*., 2018). Lebih lanjut nilai BCF didapat dari perbandingan antara konsentrasi polutan pada lapisan tubuh organisme dan konsentrasi bahan kimia pada lingkungan tempat terekseposnya organisme tersebut. Faktor biokonsentrasi pada kerang hijau dianalisis dengan menghitung rasio antara kandungan logam berat pada daging kerang hijau terhadap kandungan logam berat terlarut pada air laut (*bio water accumulation factor*) dan logam berat terendapkan pada sedimen *(bio sediment accumulation factor*) di lokasi penelitian (Januar *et al.*, 2019). Faktor biokonsentrasi dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut (EPA 2003):

$$\text{BCF (K-A)} = \frac{\text{Konsentrasi logam berat pada kerang hijau}}{\text{Konsentrasi logam berat pada perairan laut}}$$

$$\text{BCF (K-S)} = \frac{\text{Konsentrasi logam berat pada kerang hijau}}{\text{Konsentrasi logam berat pada sedimen}}$$

Berdasarkan nilai BCF tersebut, organisme perairan diklasifikasikan menjadi 3 kelompok (Dallinger, 1993). Kelompok pertama jika nilai BCF < 1, maka kemampuan akumulasi organisme rendah atau disebut sebagai organisme *deconcentrator*. Kelompok kedua Jika nilai BCF >1 dan ≤2 maka kemampuan akumulasi organisme sedang atau disebut sebagai organisme *microconcentrator*. Kelompok ketiga jika nlai FBK >2 maka kemampuan akumulasi organisme tinggi atau disebut sebagai organisme *macroconcentrator*.

Batas Aman Konsumsi

Kerang hijau merupakan jenis kerang yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Nilai *safety level* atau batasan aman untuk konsumsi dijadikan acuan untuk menghindari dampak buruk yang dapat ditimbulkan logam berat jika masuk ke dalam tubuh (Irawati *et al*., 2018). 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) dengan mengacu pada FAO/WHO (2011) yang disajikan pada tabel 1. Berat badan dalam perhitungan MWI (*Maximum Weekly Intake*) diasumsikan sebesar 60 kg (Barokah *et al*., 2019).

Tabel 1 . Nilai *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI)

Ion logam	PTWI (mg/kg BB)
Pb	0,025 [a]
Cu	3,500 [a]

[a]FAO/WHO (2011)

Menurut Barokah *et al.* (2019), perhitungan PTWI dapat menggunakan rumus berikut:

MWI : Berat badan x PTWI (1)
MTI : MWI / Ct (2)

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

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

Setelah batas konsumsi perminggu (MWI) ditemukan, maka batas toleransi maksimum konsumsi bahan pangan (MTI) dapat diketahui. Tujuan dari perhitungan MTI adalah untuk mengetahui banyaknya bahan pangan terkontaminasi logam berat yang dapat ditoleransi dalam tubuh manusia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan logam berat Pb di kerang hijau pada pengambilan sampel bulan Juni didapatkan hasil berkisar 1,479-1,617 mg/kg, pada bulan Juli 0,140-0,283 mg/kg, dan bulan Agustus 0,173-0,335 mg/kg. Hasil analisis kandungan logam berat Pb di kolom perairan pada bulan Juni didapatkan hasil berkisar 1,478-1,606 mg/L, bulan Juli berkisar 0,239-0,455 mg/L, dan bulan Agustus 0,279-0,330 mg/L. Hasil analisis kandungan logam berat Pb di Sedimen pada Juni 1,725-1,958 mg/kg, Juli 0,667-1,743 mg/kg, Agustus 0,770-1,480 mg/kg (Tabel 1).

Hasil analisis kandungan logam Cu di kerang hijau pada pengambilan sampel bulan Juni didapatkan hasil berkisar 0,035–0,259 mg/kg, bulan Juli 0,464–0,851 mg/kg, dan bulan Agustus 0,464-0,851 mg/kg. Hasil analisis kandungan logam Cu di kolom perairan pada pengambilan sampel bulan Juni didapatkan hasil berkisar 0,003–0,112 mg/L, bulan Juli 0,309–0,327 mg/L, dan bulan Agustus 0,274-0,328 mg/L. Hasil analisis kandungan logam Cu di sedimen pada bulan Juni 0,232–0,371 mg/kg, bulan Juli 0,670–1,156 mg/kg, dan bulan Agustus 0,638-1,118 mg/kg. (Tabel 2)

Hasil analisis kandungan logam berat pada tiap stasiun di bulan Juni, Juli dan Agustus menunjukan nilai bervariasi. Nur & Karneli (2015) menyatakan bahwa kandungan logam berat yang diukur pada waktu yang berbeda dalam suatu perairan yang sama dapat berbeda hasilnya. Hasil analisa kadar logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada air laut perairan Morosari, Demak dari Stasiun 1 hingga Stasiun 3 baik pada bulan Juni, Juli maupun Agustus telah melampaui nilai ambang batas sebesar 0,008 mg/l (Kepmen LH No. 51, 2014). Menurut Permanawati (2012), sumber pencemaran logam berat Pb dan Cu pada perairan diduga sebagian berasal dari limbah industri, rumah tangga, dan tumpahan/bocoran bahan bakar perahu atau kapal yang berada disekitar perairan. Logam berat Pb dan Cu pada sedimen di perairan Morosari, bila dibandingkan dengan standar baku mutu sedimen menurut SEPA (2000) (Pb 25 ppm dan Cu 15 ppm) OSPAR (2000) (Pb 50 ppm dan Cu 50 ppm) dan NOAA (1999) (Pb 46,7 ppm dan Cu 34 ppm), kandungan logam berat Cu dan Pb di perairan Morosari masih berada di bawah ambang batas maksimum dari baku mutu yang telah ditetapkan, namun harus terus dipantau perkembangannya di masa yang akan datang (Falah *et al*., 2018). Logam berat yang mencemari air dapat mengendap dan mempunyai waktu tinggal (*residence time*) di dasar perairan hingga ribuan tahun (Permata *et al*., 2018).

Kandungan Pb dan Cu pada kerang hijau cukup rendah apabila dibandingkan dengan kandungan logam berat pada sedimen di lokasi penelitian. Hasil analisa menunjukan kandungan logam berat Pb dan Cu pada daging kerang di perairan Morosari, Demak dari stasiun 1 hingga stasiun 3 baik pada bulan Juni, Juli maupun Agustus masih dibawah ambang batas yang diperbolehkan untuk logam Pb sebesar 1,5 mg/kg dan logam berat Cu sebesar 1 mg/kg. Walupun nilai Pb dan Cu masih dibawah nilai ambang batas. Logam berat mempunyai sifat dapat terakumulasi di dalam tubuh, sehingga apabila mengkonsumsi biota laut yang mengandung logam berat secara terus menerus dapat berdampak buruk pada kesehatan (Wardani *et al*., 2014).

Kerang hijau yang terdapat di perairan Morosari diduga telah mengalami bioakumulasi logam berat Pb dan Cu. Dugaan bahwa kerang hijau potensial terakumulasi logam berat karena sifatnya yang filter feeder (Haryono *et al.*, 2017). Organisme yang hidupnya menetap seperti kerang hijau tidak bisa menghindar dari kontaminan dan mempunyai toleransi tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu, sehingga dapat mengakumulasi logam lebih besar dari hewan lainnya (Darmono, 1995). Akumulasi ini terjadi karena kecenderungan logam berat membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh kerang hijau. Dengan demikian logam berat terfiksasi dan tidak segera diekskresikan oleh kerang hijau.

Kandungan logam berat yang ditemukan pada perairan Morosari, kebanyakan terbesar ditemukan pada sedimen, kemudian daging kerang hijau dan paling sedikit pada air laur. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Irawati *et al*. (2018) bahwa keberadaan logam berat

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

terbanyak berada di sedimen, setelah itu berada di dagiing kerang dan yang paling sedikit berada di air. Menurut Permata (2018) hal ini disebabkan karena logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen. Masa jenis logam berat pada kolom air akan membesar karena proses penggabungan dengan senyawa-senyawa lain, baik berupa bahan organik maupun anorganik. Penggabungan dengan senyawa lain mempercepat proses pengendapan dan sedimentasi sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Kasari *et al*., 2016). Selain itu kandungan logam berat dalam kerang hijau yang lebih tinggi dibandingkan dalam air laut menunjukkan proses bioakumulasi logam berat yang terdapat dalam air laut oleh kerang hijau (Cahyani *et al*., 2016). Rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tidak berdampak negatif terhadap perairan. Dengan berjalannya waktu, akumulasi logam berat dalam sedimen menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di sekitar sedimen atau dasar perairan (Permanawati *et al*., 2012). Menurut Haryanto *et al*. (2017), logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme melalui rantai makanan, yang akhirnya akan membahayakan kesehatan manusia, dimana keadaan ini biasa disebut dengan biomagnifikasi. Menurut Rochyatun dan Rozak (2007), penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan.

Kemampuan akumulasi senyawa logam berat pada kerang hijau yang berada di Perairan Morosari ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai faktor biokonsentrasi (BCF) kerang hijau terhadap logam Pb berkisar antara 0,257–1,241 pada bulan Juni, 0,080-0,825 pada bulan Juli dan 0,137-1,102 pada bulan Agustus. Nilai BCF kerang hijau terhadap logam Cu berkisar antara 0,151–2,312 pada bulan Juni, 0,401-2,602 pada bulan Juli dan 0,539-2,868 pada bulan Agustus.

Tabel 1. Rata – Rata Kandungan Logam Berat Pb (Timbal) pada Air, Sedimen dan Sampel Kerang hijau (*P. viridis*)

Bulan (Stasiun)		Kandungan Pb (ppm)		
		Kerang hijau (mg/kg)	Air (mg/l)	Sedimen (mg/kg)
Juni	Stasiun 1	0,479 ± 0,075	0,478 ± 0,062	1,859 ± 0,020
	Stasiun 2	0,617 ± 0,088	0,497 ± 0,003	1,958 ± 0,130
	Stasiun 3	0,577 ± 0,068	0,606 ± 0,040	1,725 ± 0,044
Juli	Stasiun 1	0,223 ± 0,023	0,455 ± 0,119	0,813 ± 0,105
	Stasiun 2	0,140 ± 0,095	0,239 ± 0,019	1,743 ± 0,029
	Stasiun 3	0,283 ± 0,067	0,343 ± 0,059	0,667 ± 0,074
Agustus	Stasiun 1	0,335 ± 0,018	0,304 ± 0,016	0,770 ± 0,029
	Stasiun 2	0,210 ± 0,051	0,279 ± 0,028	1,480 ± 0,069
	Stasiun 3	0,173 ± 0,004	0,330 ± 0,035	1,258 ± 0,027

Tabel 2. Rata – Rata Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) pada Sampel Kerang hijau Perna viridis, Air dan Sedimen

Bulan (Stasiun)		Kandungan Cu (ppm)		
		Kerang hijau (mg/kg)	Air (mg/l)	Sedimen (mg/kg)
Juni	Stasiun 1	0,259 ± 0,013	0,112 ± 0,013	0,371 ± 0,018
	Stasiun 2	0,035 ± 0,022	0,109 ± 0,006	0,232 ± 0,017
	Stasiun 3	0,057 ± 0,045	0,113 ± 0,017	0,253 ± 0,008
Juli	Stasiun 1	0,696 ± 0,006	0,309 ± 0,010	0,686 ± 0,019
	Stasiun 2	0,464 ± 0,002	0,318 ± 0,009	1,156 ± 0,014
	Stasiun 3	0,851 ± 0,028	0,327 ± 0,007	0,670 ± 0,045
Agustus	Stasiun 1	0,786 ± 0,020	0,274 ± 0,007	0,638 ± 0,012
	Stasiun 2	0,603 ± 0,005	0,305 ± 0,011	1,118 ± 0,014
	Stasiun 3	0,645 ± 0,017	0,328 ± 0,003	0,949 ± 0,024

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

Perhitungan nilai BCF dilakukan untuk membuktikan bahwa kerang hijau mampu untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat yang terdapat di lokasi penelitian. Kerang hijau di lokasi penelitian diklasifikasikan ke dalam kelompok de concentrator dan micro concentrator untuk logam Pb. Sedangkan mayoritas kerang hijau tergolong macro concentrator (BCF>2) untuk logam Cu. Kemampuan kerang hijau dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat yang terdapat di lokasi penelitian berbeda setiap waktunya. Hal ini sejalan dengan peryataan Yap dan Al-Barwani (2012) yang mengatakan bahwa estimasi perhitungan nilai BCF hanya berlaku pada populasi sampel yang diambil pada saat penelitian dilakukan. Hal ini disebabkan kandungan logam berat sangat tergantung pada musim serta faktor lingkungan lainnya seperti DO dan pH perairan untuk terikat pada sedimen perairan dan kemudian terakumulasi ke dalam tubuh organisme yang hidup didalamnya.

Hasil perhitungan nilai BCF pada kerang hijau (Tabel 3) menunjukkan bahwa tingkat akumulasi kerang hijau yang cukup tinggi dari logam terlarut Pb dan Cu di seluruh lokasi pengambilan sampel. Hal ini selaras dengan nilai kandungan logam berat Pb dan Cu terlarut di kolom perairan yang sudah melebihi ambang batas (Kepmen LH No. 51, 2014). Tingginya nilai tersebut menunjukkan bahwa potensi pencemaran Pb dan Cu pada seluruh lokasi pengambilan sampel terhadap kerang hijau dari kolom perairan melalui saluran respirasi dan difusi dari kulit cukup tinggi. Menurut Cahyani *et al.* (2016) tingkat akumulasi biota perairan terhadap beberapa jenis logam berat dari kolom perairan lebih tinggi dibandingkan dari sedimen. Hal ini terbukti bahwa nilai BCF di sedimen pada jenis logam berat Pb dan Cu di penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BCF di kolom perairan. Akan tetapi hal ini sangat bergantung kepada kemampuan metabolisme serta habitat hidup dari biota perairan tersebut. Kerang hijau yang hidupnya berada di dasar perairan akan lebih banyak tercemar logam berat yang terendapkan pada sedimen perairan dibandingkan dengan logam berat yang berasal dari kolom perairan. Kerang hijau yang diambil dari perairan Morosari hidup di kolom air karena menempel pada batang bambu. Logam berat Pb bersifat persisten dan toksik serta dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Hal ini membahayakan manusia yang mengkonsumsi organisme (kerang) yang terkontaminasi mengingat logam berat bersifat teratogenik dan dapat mengakibatkan kerusakan berbagai organ tubuh (Haryono *et al.,* 2017).

Konsumsi maksimum mingguan kerang hijau yang ada di peraian Morosari telah dihitung dengan *Maximum Tolerable Intake* (MTI) per minggu untuk individu dewasa dengan asumsi berat badan rata-rata 60 kg per orang (Tabel 5). Batas maksimum konsentrasi dari bahan pangan terkontaminasi logam berat yang boleh dikonsumsi per minggu atau *Maximum Weekly Intake* (MWI) adalah sebesar 1,5 mg untuk Pb dan Cu sebesar 210 mg. Apabila logam berat yang masuk ke dalam tubuh individu dengan berat badan rata-rata 60 kg melebihi nilai MWI tersebut, maka

Tabel 3. Nilai *Bioaccumulation Fac tor* (BCF) Logam Berat Pb dan Cu pada Kerang hijau (*P. viridis*)

Bulan	Stasiun	BWAF		BSAF	
		Pb	Cu	Pb	Cu
Juni	1	1,002	2,312	0,257	0,698
	2	1,241	0,312	0,315	0,151
	3	0,952	0,504	0,334	0,225
Rata rata		1,065	1,042	0,302	0,358
Juli	1	0,490	2,252	0,274	1,014
	2	0,586	1,459	0,080	0,401
	3	0,825	2,602	0,424	1,270
Rata rata		0,633	2,104	0,259	0,895
Agustus	1	1,102	2,868	0,435	1,231
	2	0,753	1,977	0.141	0,539
	3	0,524	1,966	0,137	0,679
Rata rata		0,793	2,270	0,237	0,816

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

Tabel 4 . Nilai Batas Toleransi Maksimum Konsumsi (*Maximum Tolerable Intake*)

Bulan Pengambilan Sampel	Stasiun	Logam Berat	Konsentrasi (mg/kg)	PTWI (µg/kgBB/ minggu)	MWI (mg/minggu)	MTI (kg/minggu)
Juni	1	Pb	0,478	25	1,5	3,14
	2		0,617	25	1,5	2,43
	3		0,577	25	1,5	2,60
	1	Cu	0,259	3500	210	810,81
	2		0,035	3500	210	6.000
	3		0,057	3500	210	3.684,21
Juli	1	Pb	0,223	25	1,5	6,72
	2		0,140	25	1,5	10.71
	3		0,283	25	1,5	5,30
	1	Cu	0,696	3500	210	301,72
	2		0,464	3500	210	452,58
	3		0,851	3500	210	246,77
Agustus	1	Pb	0,335	25	1,5	4,48
	2		0,210	25	1,5	7,14
	3		0,173	25	1,5	8,67
	1	Cu	0,786	3500	210	267,17
	2		0,603	3500	210	348,26
	3		0,645	3500	210	325,58

logam Pb dan Cu akan bersifat toksik dalam tubuh (Barokah *at al*., 2019). Setelah mengetahui nilai MWI maka nilai MTI dapat diketahui, dapat dilihat bahwa individu yang mempunyai berat badan rata-rata 60 kg hanya dapat mengonsumsi kerang hijau sebanyak 2,43 kg/minggu untuk Pb dan 246,77 kg/minggu untuk Cu. MTI kerang hijau yang ada di perairan Morosari sebesar 2,43 kg/minggu karena menurut Cahyani *et al*. (2016), batasan maksimum komsumsi ditentukan dengan memilih nilai terkecil. Hal ini karena bahan makanan yang mengandung logam berat meskipun dengan kandungan sedikit jika dikonsumsi secara terus menerus akan terakumulasi dalam tubuh manusia dan cenderung bersifat toksik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Pb dan Cu dalam sampel air laut perairan Morosari yang diambil pada bulan Juni, Juli dan Agustus telah melebihi ambang batas yang ditetapkan, sedangkan kandungan logam Pb dan Cu dalam sampel kerang hijau dan sedimen perairan Morosari yang diambil bulan Juni, Juli dan Agustus belum melebihi batas yang ditentukan. Secara umum kemampuan akumulasi kerang hijau tergolong rendah dan sedang dan dikategorikan sebagai organisme deconcentrator (FBK < 1 dan organisme microconcentrator (FBK>1 dan ≤2). Batas toleransi maksimum konsumsi daging kerang hijau pada perairan Morosari sebesar 2,43 kg per minggu.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association (APHA)., 2012., Standar Methode For The Examination of Water and Waste Wayer. 22th Edition. American Oublic Health Association. USA : Washington DC.

Andayani, A., Koesharyani, I., Fayumi, U., Rasidi & Sugama, K. 2019., Akumulasi Logam Berat Pada Kerang Hijau di Perairan Pesisir Jawa. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 5(2): 135-144. DOI : 10.14203/oldi.2020.v5i2.279

Badan Standarisasi Nasional., 2009., Batas Maksimum Cemaran Logam Berat pada Pangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

Barokah, G.R., Dwiyitno, & 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., Batu, D.T.F.L. & Sulistiono. 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

Cordova, R.M. 2016. Mekanisme Gangguan Genetik Dan Mutasi Pada Bivalvia Yang Dipengaruhi Oleh Logam Berat Timbal. *Oseana*. 1(3):27-34.

Dallinger, R. 1993. Strategies of metal detoxification in terrestrial invertebrates. In: ecotoxicology of metals in invertebrates, edited by R. Dallinger, P.S. Rainbow. BocaRaton: Penerbit Lewis.

Darmono., 1995., Logam dalam sistim biologi makluk hidup. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.

[EPA] Environmental Protection Agency. 2003. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health (2000). Washington (US): U. S. Environmental Protection Agency.

Falah, S., Purnomo, P.W. & Suryanto, A. 2018. Analisis Logam Berat Cu Dan Pb Pada Air Dan Sedimen Dengan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Morosari Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*. 7 (2): 222-226.

FAO/WHO. 2011. JOINT FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods Fifth Session. Rome (IT): FAO.

Haryono, M.G., Mulyanto & Kilawati, Y., 2017., Kandungan Logam Berat Pb Air Laut, Sedimen Dan Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1):1-7. DOI: 10.29244/jitkt.v9i1.17864

Hutagalung, H.P., Setiapermana, D. & Riyono, S. H. 1997. Metode analisis air laut, sedimen dan biota. Buku 2. Puslitbang Oseanologi. LIPI. 182 P.

Irawati, Y., Lumbanbatu, D.T.F. & Sulistiono. 2018. Logam Berat Kerang Totok (*Geloina erosa*) Di Timur Segara Anakan Dan Barat Sungai Donan, Cilacap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia,* 21(2):233-243. DOI: 10.17844/jphpi.v21i2.22843

Januar, H., Dwiyitno, Hidayah, I. & Hermana, I., 2019. Seasonal heavy metals accumulation in the soft tissue of Anadara granosa mollusc from Tanjung Balai, Indonesia. *AIMS Environmental Science,* 6(5):356-366.

Kamaruzzaman, B.Y., Zahir, M.S.M., John, B.A., Jalal, K.C.A., Shahbudin, S., Al-Barwani, S.M. & Goddard, J.S. 2011. Bioaccumulation of Some Metals by Greem Mussels Perna viridis from Pekan, Pahang, Malaysia. *International Journal of Biological Chemistry*. 5(1):54-60. DOI:10.3923/ijbc.2011.54.60

Kasari, A.F., Effendi, H. & Sulistiono. 2016. Lingkungan perairan estuari Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah sebagai dasar pengembangan perikanan. *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke-9, Jilid 1. Masyarakat Iktiologi Indonesia,* p412-432.

Kristian, A., Wijaya, S.S.H., Sriyana & Salamun. 2017., Studi Pemanfaatan Bangunan Pantai Sebagai Proteksi Jalan Tol Semarang – Demak. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 6(4):319-327.

Mariana, R., Rudiyanti, S. & Hendrarto, B. 2016., Kondisi Perairan Sungai Morosari Demak Pada Lokasi Yang Berbeda Ditinjau Dari Kandungan Klorofil-A, Nitrat, Fosfat, Dan Fitoplankton. 5(4):233-241. DOI: 10.14710/marj.v5i4.14412

Nasution, A., Widyorini, N. & Purwanti, F. 2019., Analisis Hubungan Kelimpahan Fitoplankton Dengan Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Morosari, Demak. *Journal Of Maquares*. 8(2):78-86. DOI: 10.14710/marj.v8i2.24230

Nicholson, S. & Lam, P, K, S. 2005., Pollution monitoring in Southeast Asia using biomarkers in the mytilid mussel Perna viridis (Mytilidae: Bivalvia). *Cement Environmental International*. 31:121–132. DOI: 10.1016/j.envint.2004.05.007

Nur, F. & Karneli. 2015., Kandungan logam berat timbal (Pb) pada kerang kima sisik (*Tridacna squmosa*) di sekitar pelabuhan Feri Bira. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan dan Lingkungan*, p188-192.

Journal of Marine Research Vol 10, No.3 Agustus 2021, pp. 377-386

[NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration., 1999., Screening Quick Reference Table for Inorganics in Sediment. US: Office of Response and Restoration.

OSPAR., 2000., Quality status report 2000: Region IV Bay of Biscay and Iberian Coast. London: OSPAR Commission

Otter, R.R., McKinney, D., Brown, B., Lainer & Read, B. 2015. Bioaccumulation of metals in three freshwater mussel species exposed in situ during and after dredging at a coal ash spill site (Tennessee Valley Authority Kingston Fossil Plant). *Environment Monitoring Assessment* 187: 334. DOI: 10.1007/s10661-015-4578-3

Palar, H., 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

Permanawati, Y., Zuraida, R. & Ibrahim, A. 2012. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, Dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*. 11(1):9-16. DOI: 10.32693/jgk.11.1.2013.227

Permata, M.A.D., Purwiyanto, A.I.S. & Diansyah, G. 2018. Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) Dan Pb (Timbal) Pada Air Dan Sedimen Di Kawasan Industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(1):7-14. DOI: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.667

Swedish Environmental Protection Agency [SEPA]. 2000. Environmental Quality Criteria Coasts and Seas. Sweden: Aralia.

Rochyatun, E. & Rozak, A. 2007., Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. Makara, *Sains*. 11(1): 28-36. DOI: 10.7454/mss.v11i1.228

Sudradjat, A. 2015., Budidaya 26 Komoditas Laut Unggul. Jakarta: Penebar Swadaya.

Suryono, C.A. 2013. Filtrasi Kerang Hijau Perna viridis terhadap Micro Algae pada Media Terkontaminasi Logam Berat. *Buletin Oseanografi Marina*. 2:41-47.

Wardani, D.A.K., Nur, K.D. & Nur, R.U. 2014., Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Journal of Life Science*, 3(1):1-8.

Yap, C.K. & Al-Barwania, S.M. 2012., Comparative Study of Condition Indices and Heavy Metals in Perna viridis Populations at Sebatu and Muar, Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana*, 41(9):1063–1069.

Yap, C.K., Cheng, W.H., Karami, A. & Ismail, A. 2016., Health risk assessments of heavy metal exposure via consumption of marine mussels collected from anthropogenic sites. *Science of the Total Environment,* 553:285–296. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.02.092