

LOGAM BERAT KERANG TOTOK (*Geloina erosa*) DI TIMUR SEGARA ANAKAN DAN BARAT SUNGAI DONAN, CILACAP

Yeni Irawati*, Djamar T.F Lumbanbatu, Sulistiono

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat
Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: yeniirawati212@gmail.com

Diterima: 12 April 2018/ Disetujui: 05 Juli 2018

Cara sitasi: Irawati Y, Lumbanbatu DTF, Sulistiono. 2018. Logam berat kerang totok (*Geloina erosa*) di timur Segara Anakan dan barat Sungai Donan, Cilacap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 232-242.

Abstrak

Aktivitas industri di perairan Segara Anakan dan Sungai Donan dapat menghasilkan limbah berupa logam berat, yang dapat membahayakan lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan menganalisis residu logam berat Pb, Hg, Cu dan Cd pada daging kerang totok (*Gelonia erosa*) yang diambil dari 2 stasiun, melihat hubungan bobot total kerang dengan residu logam berat dalam daging kerang dan menetapkan batas aman konsumsi daging kerang bagi masyarakat. Sampling dilakukan selama 6 bulan dari bulan Agustus 2015 sampai dengan Januari 2016. Pengukuran kandungan logam berat dilakukan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Hasil pengukuran residu logam Pb, Hg, Cu dan Cd dalam daging kerang totok yaitu 0,005-0,145 mg/kg, <0,002 mg/kg, 0,209-2,374 mg/kg, dan 0,005-0,152 mg/kg yang mengindikasikan bahwa residu logam berat dalam daging dibawah ambang batas yang telah ditetapkan. Hubungan bobot total kerang dengan residu logam berat dalam daging ialah negatif. Hasil perhitungan batas maksimum konsumsi kerang totok yaitu 5,3-228,8 g/minggu (untuk dewasa) dan 1,6-68,6 g/minggu (untuk anak-anak).

Kata kunci: kadmium, merkuri, residu, tembaga, timbal

Heavy Metal in Mud Clam (Geloina erosa) in east of Segara Anakan and west of Donan River, Cilacap

Abstract

Industrial activities at Segara Anakan lagoon and Donan River may produced waste, such as heavy metals which is one sources of harmful pollutant to the aquatic environment. The aims of this study were to analyze the content of heavy metals Pb, Hg, Cd and Cu in mud clam (*G. erosa*) muscle from 2 different locations, and to determine the safety limit for community consumption. Sampling had been carried out for 6 months, from August 2015 to January 2016. Heavy metal content was measured by AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Result of the study shows that heavy metal Pb, Hg, Cu, and Cd in the bivalve muscle were 0.005-0.145 mg/kg, <0.002 mg/kg, 0.209-2.374 mg/kg, and 0.005-0.152 mg/kg, respectively indicating these residues were under safety limit. Relation of total weight and heavy metal content in the bivalve muscle was negative. The calculation result of safety level for consumption ranged 5.335-228.808 g/week (for adult), and 1.601-68.642 g/week (for children).

Keywords: cadmium, copper, mercury, lead, residue

PENDAHULUAN

Segara Anakan merupakan sebuah laguna yang secara administratif terletak di Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Daerah muara umumnya menjadi tempat pengendapan bahan-bahan buangan/limbah sehingga menerima tekanan yang besar terhadap dampak dari bahan-bahan buangan tersebut (Rahmawati et al. 2015). Limbah logam berat adalah salah satu jenis limbah yang bermuara ke Segara Anakan dan Sungai Donan. Limbah ini dalam kadar tertentu dapat berbahaya bagi biota dan lingkungan perairan, seperti terakumulasinya logam berat pada biota perairan.

Kandungan logam berat daging ikan rejang di estuari Sungai Donan, Cilacap yaitu tersebut <0,005-9,19 ppm (Pb); 304,50-4535,22 ppm (Hg); 0,11-0,56 ppm (Cd) dan 0,36-1,39 ppm (Cu). Batas maksimum berat daging ikan yang boleh dikonsumsi untuk orang dewasa (50 kg bb) dan anak-anak (15 kg bb), masing-masing adalah 17,64 gram daging per minggu dan 5,29 gram daging per minggu (Cahyani et al. 2016). Prastyo et al. (2017) juga melaporkan bahwa batas maksimum konsumsi ikan belanak (*Chelon subviridis*) dari estuari Sungai Donan yaitu 151,72 g daging/minggu (untuk orang dewasa) dan 45,52 g daging/minggu (untuk anak-anak).

Geloina erosa (Bivalvia: Corbiculidae) atau dikenal juga dengan nama kerang totok banyak ditemukan di Segara Anakan, Cilacap, serta menjadi salah satu komoditi perikanan yang banyak diperjual belikan masyarakat Segara Anakan. Biota tersebut merupakan biota sessil (menetap) dan *filter feeder*, yakni mengambil makanannya dengan cara menyaring air, cara makan yang demikian membuat berbagai komponen material akan masuk ke tubuh kerang tersebut. Komponen tersebut beberapa di antaranya bersifat akumulatif, misalnya logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan kadmium (Cd). Cemaran logam berat di perairan Segara Anakan dan Sungai Donan dapat mencemari kualitas air dan selanjutnya akan diakumulasi oleh kerang totok dan melalui proses rantai makanan akan terjadi biomagnifikasi logam berat pada tingkat trofik yang lebih tinggi, termasuk manusia. Logam berat pada daging

kerang totok diperkirakan dapat cenderung tinggi karena lokasi Segara Anakan bagian timur (yang berhubungan dengan Sungai Donan) banyak terdapat industri, yakni PT Pertamina, PT Pusri, dan PT Holcim.

Penelitian mengenai kerang telah banyak dilaporkan di antaranya kerang darah (Nurjanah et al. 2005), kerang pokea (Yenni et al. 2012), kerang pisau (Nurjanah et al. 2013) dan kerang bulu (Abdullah et al. 2013). Kerang simping dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif (Suptijah et al. 2013), sedangkan kerang bakau berperan sebagai antibakteri (Weliyadi et al. 2018). Pemanfaatan kerang secara menyeluruh juga dilakukan terhadap limbah cangkang untuk pembuatan *cokies* (Agustini et al. 2011a), produk ekstrudat berkalsium (Agustini et al. 2011^b).

Penelitian mengenai kerang totok di Segara Anakan telah dilakukan sejak 2003 hingga saat ini. Sebagian besar peneliti mengkaji mengenai bioekologi, morfologi dan fisiologi dari kerang totok. Penelitian mengenai ekotoksikologi, yakni residu logam berat dalam daging kerang totok sebelum penelitian ini telah dilakukan oleh Noegrohati (2005), dan Hidayati et al. (2011). Penelitian mengenai ekotoksikologi kerang totok perlu dilakukan kembali mengingat masukan limbah yang terus bertambah seiring waktu, khususnya di Segara Anakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) pada daging kerang totok, mengetahui hubungan ukuran tubuh kerang dengan residu akumulasi logam berat dalam tubuhnya, faktor biokonsentrasi, dan *safety level* daging kerang totok dari perairan bagian timur Segara Anakan dan bagian barat Sungai Donan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa daging kerang totok (*Geloina erosa*), asam nitrat (HNO₃), asam perklorat (HClO₄) dan akuades dari PT. Merck Tbk Indonesia. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa *cool box*, botol sampel air 250 mL, *aluminium foil*, jangka sorong, timbangan

analitik, peralatan gelas (Pyrex), pipet, dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) (Shimadzu tipe AA-7000, Jepang).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pengambilan kerang totok (*G. erosa*) dilaksanakan selama 6 bulan sejak Juni hingga November 2017 di dua stasiun berbeda, yakni Stasiun 1 (perairan Segara Anakan bagian timur) dan Stasiun 2 (perairan Sungai Donan bagian barat). Kerang totok diambil secara langsung menggunakan tangan, diambil sebanyak yang ditemukan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Kegiatan pembedahan dan pengambilan daging kerang totok dilakukan di Laboratorium Biologi Makro II, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Preparasi dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan. Analisis residu logam berat dilakukan di Laboratorium Bersama, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Morfometrik kerang totok diukur menggunakan jangka sorong, dibagi menjadi 3 kategori, yakni besar (>6 cm), sedang (4-6

cm) dan kecil (<4 cm) (Gambar 2). Kerang totok dibedah untuk diambil dagingnya, daging tersebut dibungkus menggunakan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam *freezer* agar sampel tidak rusak.

Analisis logam berat Pb, Hg, Cu dan Cd memerlukan beberapa tahapan, yakni tahap destruksi basah dan pengukuran konsentrasi Pb, Hg, Cu dan Cd menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Sampel kerang totok didestruksi dengan metode Nitric Acid-Perchloric Acid Digestion, yaitu sampel dioksidasi oleh asam sehingga logam dalam keadaan terlarut. Panjang gelombang yang digunakan untuk masing-masing analisis residu logam berat Pb, Hg, Cu dan Cd adalah 217,0 nm, 253,7 nm, 324,7 nm dan 228,8 nm.

Metode destruksi mengacu pada Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk (2005), yakni 5 g daging kerang basah dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 10 mL asam nitrat p.a dan 2 mL asam perklorat p.a kemudian didiamkan satu malam. Sampel dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam 30 menit, suhu ditingkatkan menjadi 130°C selama 1 jam, kemudian suhu ditingkatkan lagi menjadi 150°C selama 2 jam 30 menit (sampai uap kuning habis, bila masih ada uap kuning, waktu pemanasan ditambah lagi), setelah uap kuning habis, suhu ditingkatkan



Gambar 1 Peta lokasi penelitian dan daerah pengambilan kerang totok (*G. erosa*) di bagian timur Segara Anakan dan bagian barat Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah (Figure 1 The location of study and sampling site of mud clam (*G. erosa*) in east of Segara Anakan and west of Donan River, Cilacap, Central Java)



Gambar 2 Ukuran kerang totok (*G. erosa*) yang ditemukan di Segara Anakan bagian timur dan Sungai Donan, Cilacap.

(Figure 2 Mud clam (*G. erosa*) size found in east of Segara Anakan and west of Donan River, Cilacap)

menjadi 170°C selama 1 jam, kemudian suhu ditingkatkan lagi menjadi 200°C selama 1 jam (terbentuk uap putih). Destruksi selesai dengan terbentuknya endapan putih. Ekstrak didinginkan kemudian diencerkan dengan air bebas ion menjadi 10 mL, lalu dikocok. Sampel kemudian diukur menggunakan AAS merk Shimadzu tipe AA-7000. Pembacaan logam Pb, Cd, dan Cu menggunakan metode Flame (*Flame Atomic Absorption Spectrophotometer*), sedangkan untuk logam Hg menggunakan metode Cold-Vapor (*Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Hubungan bobot total dengan residu logam berat pada daging

Pengukuran morfometrik cangkang kerang terdiri dari panjang, tinggi dan lebar (Gimmin et al. 2004), serta berat total dan berat dagingnya. Korelasi hubungan bobot kerang dengan akumulasi logam berat dalam dagingnya secara matematis dihitung menggunakan regresi linier:

$$Y = aX^b$$

Bila nilai $b = 3$ maka hubungan bobot dan akumulasi disebut isometri, sedangkan bila nilai $b < 3$ (alometri negatif) atau $b > 3$ (alometri positif) maka akumulasi logam berat tidak seiring dengan penambahan bobot kerang (Natan 2008). Pola akumulasi secara allometrik negatif menunjukkan bahwa proses penambahan bobot lebih dominan dibandingkan dengan akumulasi logam berat. Pertumbuhan allometrik positif menunjukkan bahwa akumulasi logam

berat lebih dominan dibandingkan dengan penambahan bobot kerang, sementara pertumbuhan secara isometrik menunjukkan bahwa penambahan bobot kerang sebanding dengan akumulasi logam berat pada tubuhnya (Natan 2008).

Faktor biokonsentrasi

Faktor konsentrasi (*bioconcentration factor/BCF*) adalah kemampuan organisme dalam mengakumulasi bahan kimia (polutan) dalam tubuhnya yang didefinisikan sebagai perbandingan antara konsentrasi polutan pada lapisan tubuh organisme (C_t) dan konsentrasi bahan kimia pada air tempat tereksposnya organisme tersebut (C_w). Faktor konsentrasi digunakan untuk mengetahui kemampuan kerang totok dalam mengakumulasi logam berat dari air. Faktor konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BCF = \frac{C_t}{C_w}$$

Keterangan :

- BCF = Faktor konsentrasi (bioconcentration factor/BCF)
- C_t = Konsentrasi polutan pada tubuh organisme (mg/kg)
- C_w = Konsentrasi polutan pada air (mg/L)

Hasil dari perhitungan faktor biokonsentrasi (FBK) dilanjutkan dengan mengklasifikasikan ke dalam kategori tingkat akumulasi berdasarkan (Van Esch 1977) yaitu:

- Akumulasi rendah : $FBK < 100$
- Akumulasi sedang : $100 < FBK \leq 1000$
- Akumulasi tinggi : $FBK > 1000$

Batas aman konsumsi (*safety level*)

Kerang totok merupakan jenis kerang yang sering dikonsumsi oleh masyarakat, khususnya di wilayah Segara Anakan. Keberadaan logam berat dalam kerang totok dapat membahayakan kesehatan manusia. Residu logam berat dalam kerang totok dibandingkan dengan batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan untuk melihat apakah kerang totok masih layak untuk dikonsumsi. Batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan untuk kekerangan (*bivalve*) sebesar 1,5 mg/kg untuk Pb, 0,2 mg/kg untuk Cu dan 1 mg/kg untuk Cd dan Hg (SNI 2009).

Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) adalah jumlah asupan kontaminan logam berat pada makanan yang dapat ditoleransi untuk seminggu sehingga tidak membahayakan kesehatan. Nilai PTWI sebesar 0,025 mg/kg BB untuk Pb; 0,007 mg/kg BB untuk Cd; 0,005 mg/kg BB untuk Hg (SNI 2009) dan 3,5 mg/kg BB untuk Cu (FAO/WHO 2011). Penentuan batas aman konsumsi dilakukan mengacu pada nilai PTWI sehingga diperoleh batas aman kerang totok yang boleh dikonsumsi. Batas aman konsumsi kerang totok dihitung menggunakan rumus EPA (2000) sebagai berikut:

$$CRLim = \frac{RfD \times BW}{Cm}$$

Keterangan :

CRLim = Batas maksimum tingkat konsumsi (g/minggu)

RfD = Referensi dosis (μ g/kg-minggu)

BW = Berat badan (kg)

Cm = Konsentrasi logam berat dalam daging kerang (mg/kg)

Analisis Data

Data logam berat pada kerang totok dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh gambaran mengenai keberadaan logam berat dan jumlahnya dalam daging kerang totok. Hasil analisis logam berat pada kerang totok dibandingkan antara stasiun 1 dan 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Residu Pb, Hg, Cu, Cd di Daging Kerang Totok

Hasil pengukuran residu logam berat Pb, Hg, Cu dan Cd di daging kerang totok

menggunakan AAS yang dilakukan selama enam bulan, yakni pada Juni sampai dengan November 2017 (Tabel 1). Residu logam Pb, Hg, Cu dan Cd pada daging kerang totok yang diperoleh pada bulan Juni hingga November 2017 sangat fluktuatif. Rata-rata residu logam berat Pb, Hg, Cu dan Cd pada setiap bulannya tidak melebihi ambang batas baku mutu yang sudah ditetapkan oleh BSN.

Residu Pb rata-rata di daging kerang totok pada bulan Juni, September, Oktober dan November ialah <0,005 ppm, menunjukkan bahwa residu Pb di bawah batas deteksi alat AAS. Residu logam Pb rata-rata pada bulan Juli dan Agustus berada dibawah batas baku mutu, yaitu 1,5 ppm (BSN 2009).

Residu Hg rata-rata di daging kerang totok (*G. erosa*) pada setiap bulan dibawah batas baku mutu yang ditetapkan oleh (BSN 2009) yaitu 1 ppm. Kandungan Hg yang rendah pada kerang totok dapat disebabkan karena rendahnya kandungan merkuri itu sendiri pada air maupun sedimen.

Residu Cu di daging kerang totok pada setiap bulan pengamatan dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh SK DepKes RI No.0375/B/SK/1989 untuk biota konsumsi pada logam Cu yaitu 20 ppm. Residu logam Cd rata-rata di daging kerang totok pada setiap bulan dibawah baku mutu BSN (2009), yaitu sebesar 1 ppm.

Residu logam berat pada kerang berukuran kecil, rata-rata lebih tinggi dibandingkan kerang berukuran sedang, maupun besar, hal tersebut terjadi pada setiap logam berat kecuali logam Hg. Residu logam berat pada kerang yang berukuran besar biasanya lebih tinggi dibandingkan yang berukuran kecil, namun banyak pula peneliti yang melaporkan hubungan negatif antara ukuran kerang dengan akumulasi logam berat.

Rudiyanti (2009) menyatakan bahwa kerang yang berukuran kecil memiliki kemampuan akumulasi yang lebih besar dibandingkan dengan kerang yang berukuran lebih besar, diduga semakin besar ukuran kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat. Penurunan proses metabolisme akan menyebabkan kemampuan untuk

Tabel 1 Residu logam berat pada kerang totok
(Table 1 Heavy metal residues in mud clam)

Bulan	Stasiun Segara Anak-anak timur											
	Pb (ppm)			Hg (ppm)			Cu (ppm)			Cd (ppm)		
	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small
Juni	0.005±0.057	0.005±0.049	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	1.200±0.797	1.076±0.659	0.742±0.650	0.005±0.037	0.005±0.021	0.005±0.062
Juli	0.005±0.057	0.005±0.049	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	2.374±0.797	2.100±0.659	2.157±0.650	0.053±0.037	0.048±0.021	0.056±0.062
Agustus	0.145±0.057	0.126±0.049	0.138±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.755±0.797	0.642±0.659	0.801±0.650	0.009±0.037	0.006±0.021	0.010±0.062
September	0.005±0.057	0.005±0.049	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.209±0.797	0.365±0.659	0.683±0.650	0.028±0.037	0.028±0.021	0.105±0.062
Oktober	0.005±0.057	0.005±0.049	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.429±0.797	0.482±0.659	0.621±0.650	0.085±0.037	0.038±0.021	0.152±0.062
November	0.005±0.057	0.005±0.049	-	0.002±0	0.002±0	-	-	-	-	-	-	-

Bulan	Stasiun Donan Barat											
	Pb (ppm)			Hg (ppm)			Cu (ppm)			Cd (ppm)		
	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small	Besar/ Large	Sedang/ Medium	Kecil/ Small
Juni	0.005±0.050	0.005±0.012	-	0.002±0	0.002±0	-	0.762±0.493	1.403±0.425	-	0.005±0.043	0.005±0.029	-
Juli	0.126±0.050	0.022±0.012	0.130±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	1.646±0.493	1.171±0.425	1.549±0.446	0.029±0.043	0.019±0.029	0.030±0.009
Agustus	0.064±0.050	0.032±0.012	0.053±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.970±0.493	0.674±0.425	0.677±0.446	0.045±0.043	0.041±0.029	0.050±0.009
September	0.005±0.050	0.005±0.012	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.209±0.493	0.329±0.425	0.683±0.446	0.070±0.043	0.041±0.029	0.034±0.009
Oktober	0.005±0.050	0.005±0.012	-	0.002±0	0.002±0	0.002±0	0.548±0.493	0.503±0.425	-	0.100±0.043	0.071±0.029	-
November	0.005±0.050	0.005±0.012	0.005±0.059	0.002±0	0.002±0	-	0.555±0.493	0.509±0.425	0.616±0.446	0.117±0.043	0.081±0.029	0.031±0.009

Keterangan: - dibawah limit deteksi 0.0002 ppm

mengakumulasi logam juga mengalami penurunan, sehingga konsentrasi logam pada individu yang berukuran besar menjadi lebih rendah dibandingkan yang berukuran kecil. Kondisi yang sama juga diteliti oleh ahli biologi Bat dan Oztork (1999) pada objek *Mytilus edulis*, Insuwiasri (1995) pada objek *Perna viridis* dan Aunurohim et al. (2006) pada objek *Anadara inaequata* di Kenjeran dan Kangean.

Residu logam berat pada stasiun 1, rata-rata lebih tinggi dibandingkan stasiun 2. Hal ini dapat terjadi mengingat sampling dilakukan pada musim kemarau. Lokasi stasiun 1 tidak mendapat masukan air yang banyak jika dibandingkan stasiun 2 yang dilalui sungai Donan meskipun secara nasional terjadi musim kemarau, namun cuaca wilayah Segara Anakan selama sampling sering terjadi hujan, dan menyebabkan sungai Donan mengalami banjir dan dalam keadaan demikian penyebaran logam berat pada stasiun 2 lebih luas, air yang mengandung logam berat akan terbilas dengan air yang baru. Sehingga residu logam berat pada kerang di stasiun 2 cenderung lebih rendah bahkan hampir sama dengan stasiun 1.

Kasari et al. (2016), menyatakan bahwa perbandingan residu logam berat antara daging kerang, air dan sedimen ialah air < daging kerang < sedimen, hal ini terjadi karena logam berat pada kolom air akan mengalami proses penggabungan dengan senyawa-senyawa lain, baik berupa bahan organik maupun anorganik yang memperbesar masa jenisnya, kemudian akan mempercepat proses pengendapan dan sedimentasi. Sedimen merupakan tempat akumulasi limbah dari perairan laut atau muara. Proses bioakumulasi logam berat pada biota juga dapat menurunkan residu logam berat di dalam air (Cahyani et al. 2016).

Rata-rata logam berat yang ditemukan pada daging kerang totok setiap bulannya secara berurutan dari yang terbesar hingga yang terkecil yaitu, Cu > Cd > Pb > Hg. Residu logam berat pada setiap bulannya dibawah baku mutu logam berat menurut SNI dan DepKes RI. Diduga bahwa pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan pada lokasi yang jauh dari sumber industri di perairan

Segara Anakan Timur, maupun industri di Sungai Donan sehingga logam berat yang terdeteksi selalu rendah.

Hubungan Bobot Total Kerang dengan Residu Logam Berat dalam Daging

Hubungan bobot total dengan residu logam berat disajikan dalam Tabel 2. Rata-rata hubungan bobot total kerang totok dengan residu logam berat dalam daging bernilai negatif. Berdasarkan perhitungan statistik, bahwa setiap penambahan bobot kerang sebesar satu satuan (gram daging) akan menurunkan residu logam berat dalam tubuhnya. Penurunan tersebut berkisar antara 0,00008–0,005 ppm. Penambahan bobot kerang akan meningkatkan residu logam berat sebesar 0,0001 dan 0,0004 ppm pada logam Pb di stasiun 1 dan logam Cd di stasiun 2. Khusus untuk logam Hg tidak dapat dianalisis, yang disebabkan nilai residu logam berat pada daging yang selalu konstan yakni <0,002 ppm. Penambahan dan penurunan akumulasi logam berat dalam daging kerang totok, tidak besar. Hal ini didukung pula dengan nilai slope (b) selalu <3, yang menunjukkan bahwa adanya hubungan allometri negatif, dengan proses pertambahan bobot lebih dominan dibandingkan penambahan akumulasi logam berat dalam tubuh kerang totok.

Bobot total kerang dengan residu logam berat pada dagingnya tidak ada hubungan linier, dilihat juga dari koefisien determinasi dan korelasi. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0,46–17,84%. Nilai tersebut menunjukkan seberapa besar bobot kerang dapat menggambarkan residu logam beratnya. Jika nilainya rendah, maka dapat dikatakan bahwa semakin besar bobot kerang, belum tentu logam berat yang terkandung di dalam dagingnya juga besar. Nilai koefisien korelasi berkisar antara 0,07–0,42, nilai ini menunjukkan rendahnya keeratan hubungan antara bobot total kerang dengan residu logam berat dalam dagingnya.

Faktor Biokonsentrasi

Residu logam berat yang rendah dalam biota juga terlihat dari faktor biokonsentrasi di kedua stasiun (Tabel 3). Faktor biokonsentrasi berkisar 0,0002–0,053 ppm pada stasiun 1 dan

Tabel 2 Hubungan bobot total dengan residu logam berat pada daging kerang totok (*G. erosa*)
(Table 2 Correlation between total weight and heavy metal content in mud clam muscle (*G. erosa*))

	Metal/Correlation	a	b	R (%)	r
Station 1	Pb	1.0556	0.0001	0.47	0.07
	Hg	-	-	-	-
	Cu	13.9817	-0.0050	6.76	0.26
	Cd	1.1211	-0.00008	0.46	0.07
Station 2	Pb	0.9993	-0.00029	4.66	0.22
	Hg	-	-	-	-
	Cu	11.9146	-0.0056	17.48	0.42
	Cd	1.0647	0.0004	17.84	0.42

Ket : a=intercept, b=slope, R=coefficient determination, r=coefficient correlation

berkisar 0,0002–0,043 ppm pada stasiun 2. Residu logam berat pada sedimen cukup tinggi, yakni berkisar 0,05–1,339 ppm pada stasiun 1, sedangkan pada stasiun 2 tidak diketahui karena sampel tidak terambil dikarenakan *human error*. Diduga residu logam berat dalam sedimen pada stasiun 2 tidak jauh berbeda dengan stasiun 1, mengingat residu logam berat pada kerang totok hampir sama antara stasiun 1 dan 2.

Rata-rata hasil perhitungan biokonsentrasi antara kerang totok dengan air rendah (<100), kecuali logam Cu pada bulan Juni di stasiun 1 bernilai sedang ($100 < \text{FBK} \leq 1000$) untuk kerang ukuran sedang dan besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan tersebut terjadi peningkatan akumulasi logam berat pada jaringan kerang totok. Peningkatan ini diduga disebabkan oleh kebutuhan kerang terhadap Cu meningkat. Cu merupakan logam berat yang dibutuhkan dalam pembentukan haemosianin dalam sistem darah dan enzimatik pada biota air (Darmono 1995).

Konsumsi Maksimum Mingguan Daging Kerang Totok

Hasil perhitungan rata-rata konsumsi maksimum daging kerang totok yang terakumulasi logam berat menunjukkan tingkat toleransi terhadap logam berat yang terserap dalam tubuh manusia (Tabel 4). Nilai konsumsi maksimum dijadikan acuan untuk menghindari efek negatif logam berat yang masuk ke dalam tubuh (Prastyo *et al.* 2017).

Konsumsi daging kerang totok untuk orang dewasa berdasarkan perhitungan adalah sekitar 26-101 g/minggu (Pb), 40 g/minggu (Hg), 175-229 g/minggu (Cu) dan 5-11 g/minggu (Cd), sedangkan konsumsi daging kerang totok untuk anak-anak berdasarkan perhitungan adalah 7,8-30 g/minggu (Pb), 12 g/minggu (Hg), 52-67 g/minggu (Cu) dan 1,6-2,9 g/minggu (Cd). Batas maksimum daging kerang totok yang dapat ditolerir dalam waktu satu minggu untuk orang dewasa (50 kg BB) yaitu 5,335 g daging/minggu, sedangkan batas maksimum daging kerang totok yang dapat ditolerir dalam waktu satu minggu untuk anak-anak (15 kg BB) 1,601 g daging/minggu.

Nilai-nilai tersebut aman bagi masyarakat dan dapat dikatakan bahwa daging kerang totok dari perairan Segara Anakan bagian timur dan Sungai Donan bagian barat aman dikonsumsi selama tidak melebihi batas yang telah ditetapkan tersebut. Penentuan nilai konsumsi maksimum yang dapat ditolerir berdasarkan pada jumlah, jangka waktu dalam mengonsumsi dan tingkat kontaminasi makanan yang dikonsumsi oleh manusia Hg 1,6 µg/kg, Pb 25 µg/kg, Cu 3,500 µg/kg dan Cd 7 µg/kg (FAO/WHO 2011). Hidayah *et al.* (2014) menyatakan bahwa penentuan batas aman konsumsi sebaiknya dilihat dari nilai batas yang terkecil dari jenis residu logam berat, agar tidak terjadi pengendapan logam dalam tubuh yang dapat menyebabkan kematian pada manusia.

Tabel 3 Faktor biokonsentrasi (air) pada
Tabel 3 Bioconcentration factor (water)

Stasiun Segara Anakan timur												
Ukuran kerang/ Clam size	Besar/Large				Sedang/Medium				Kecil/Small			
Month/Metals	Hg	Pb	Cd	Cu	Hg	Pb	Cd	Cu	Hg	Pb	Cd	Cu
Juni/June	10.0	5.0	5.0	133.3	10.0	5.0	5.0	119.6	10.0	5.0	5.0	82.4
Juli/July	10.0	1.0	53.0	67.8	10.0	5.0	48.0	234.2	10.0	5.0	56.0	239.7
Agustus/August	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September/September	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober/October	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November/November	10.0	2.5	8.3	77.3	10.0	2.5	5.1	82.5	0	0	0	0
Stasiun Donan Barat												
Juni/June	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juli/July	10.0	25.2	29.0	38.3	10.0	4.4	19.0	27.2	10.0	26.0	30.0	36.0
Agustus/August	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September/September	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober/October	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November/November	10.0	1.2	5.6	26.4	10.0	1.2	3.9	24.2	10.0	1.2	1.5	29.3

Jenis logam berat yang memiliki nilai minimal dari hasil perhitungan batas aman konsumsi kerang totok ialah logam Cu pada kategori kerang ukuran kecil, baik untuk orang dewasa maupun anak-anak. Sehingga batas maksimum konsumsi dalam waktu satu minggu untuk orang dewasa (50 kg BB) adalah 5,335 g daging/minggu, sedangkan untuk anak-anak (15 kg BB) adalah 1,601 g daging/minggu. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daging kerang totok cukup berbahaya untuk dikonsumsi dalam jumlah banyak. Sehingga perlu adanya pengelolaan untuk memperbaiki dan menjaga kondisi kesehatan perairan Segara Anakan, Sungai Donan dan juga biota yang hidup di wilayah tersebut. Bentuk pengelolaan yang dapat dilakukan berupa pengaturan pembuangan limbah, baik limbah industri, pertanian, maupun domestik, selain itu, perlu dilakukan pengaturan aktivitas nelayan untuk mencegah terjadinya tumpahan minyak yang dapat meningkatkan logam berat di perairan Segara Anakan dan Sungai Donan. Sosialisasi kepada masyarakat juga perlu dilakukan terkait keberlangsungan hidup kerang totok (*Geloina erosa*) dan kaitannya dengan keberadaan limbah, khususnya limbah logam berat di perairan, sehingga biota tersebut tetap dapat lestari dan aman untuk dikonsumsi masyarakat.

KESIMPULAN

Residu logam berat pada daging kerang tidak berbanding lurus dengan ukuran kerang. Residu logam berat (Pb, Hg, Cu, Cd) daging kerang totok pada setiap stasiun berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Faktor biokonsentrasi kerang tergolong rendah-sedang. Daging kerang totok dari perairan Segara Anakan bagian timur dan Sungai Donan bagian barat cukup berbahaya jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah A, Nurjanah, Hidayat T, Yusefi V. 2013. Profil asam amino dan asam lemak kerang bulu (*Anandara antiquata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(2): 159-167.
- Agustini TW, Fahmi AS, Widowati I, Sarwono A. 2011^a. Pemanfaatan limbah cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) dalam pembuatan cookies kaya kalsium. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 14(1): 8-13.
- Agustini TW, Ratnawati SE, Wibowo BA, Hutabarat J. 2011^b. Pemanfaatan cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) sebagai sumber kalsium pada produk ekstrudat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 14(2): 134-142.

- [APHA] American Public Health Association. 2012. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* 22st ed. Washington (US): American Public Health Association.
- Aunurohim, Radenac G, Fichet D. 2006. Konsentrasi logam berat pada makrofauna bentik di Kepulauan Kangean Madura. *Hayati*. 12(1): 79–85.
- Bat L, Oztork M. 1999. Copper, zinc, lead and cadmium concentrations in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819 from the Sinop Coast of the Black Sea. *Journal of Zoology*. 23(2): 21–26.
- [BPT] Balai Penelitian Tanah, Departemen Pertanian. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air Dan Pupuk*. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyani N, Lumbanbatu DTF, Sulistiono. 2016. Residu 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): 267–76.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta (ID): UI Pr.
- [EPA] Environmental Protection Agency. 2000. *Prevention, Pesticides, and Toxic Substances*. Washington (US): Environmental Protection Agency.
- [FAO/WHO] Food and Agriculture Association/World Health Organization. 2011. *Evaluation Of Certain Food Additives And Contaminants*. 960th ed. New Delhi (IN): World Health Organization.
- Gimmin R, Mohan R, Thinh LV and Griffiths AD. 2004. The relationship of shell dimensions and shell volume to live weight and soft tissue weight in the mangrove clam, *Polymesoda erosa* (Solander, 1786) from Northern Australia. *NAG. World Fish Center Quarterly*. 27(3 and 4): 32–35.
- Hidayah AM, Purwanto, Soeprbowati TR. 2014. Biokonsentrasi faktor logam berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di karamba Danau Rawa Pening. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 16(1): 1–9.
- Hidayati I, Wiryanto, Setyawan AD. 2011. Kadar logam kadmium pada kerang thothok (*Geloina erosa*) di kawasan mangrove Segara Anakan, Cilacap. *Bonorowo Wetlands*. 1(2): 51–57.
- Inswiasri ATL. 1995. *Residu Logam Berat Kadmium Dalam Biota Laut Jenis Kerang-Kerangan Dari Teluk Jakarta*. Majalah Cermin Dunia Kedokteran.
- Kasari AF, 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*. 412–432.
- Natan Y. 2008. Studi ekologi dan reproduksi populasi kerang Lumpur *A. edentula* pada ekosistem mangrove Teluk Ambon bagian dalam [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Noegrohati S. 2005. Assessment of possible indirect risk of naturally occurring mercury and cadmium through *Mugil* sp. and *Geloina* sp. consumption in Segara Anakan estuarine ecosystem. *Indonesian Journal of Chemistry*. 5(2): 135–142.
- Nurjanah, Zulhamsyah, Kustiariyah. 2005. Kandungan mineral dan proksimat kerang darah (*Anandara granosa*) yang diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 8(2): 15–24.
- Nurjanah, Jacob AM, Fetrisis RG. 2013. Komposisi kimia kerang pisau (*Solen* sp.) dari Pantai Kejawan, Cirebon, Jawa Barat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1): 22–32.
- Prastyo Y, Lumbanbatu DTF, Sulistiono. 2017. Residu logam berat Cu dan Cd pada ikan belanak di estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 18–27.
- Rahmawati, Hamzah B, Nuryanti S. 2015. Analisis kadar timbal (Pb) dalam daging kerang bakau (*Polymesoda erosa*) dan kerang darah (*Anadara granosa*) di

- Perairan Salule Pasangkayu Sulawesi Barat. *Jurnal Akademika Kimia* 4(2): 78-83.
- Rudiyanti S. 2009. Biokonsentrasi kerang darah (*Anadara granosa*) terhadap logam berat Cd yang terkandung dalam media pemeliharaan yang berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal. Seminar Nasional Semarang Perikanan Expo. 184-95; [diunduh 2017 jam 7]. Tersedia pada <http://eprints.undip.ac.id/33690/>
- Suptijah P, Yanuarizki O, Nurjanah. 2013. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif kerang simping (*Amusium pleuronectes*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(3): 242-248.
- Van Esch GJ. 1977. Aquatic pollutant and their potential ecological effects. Di dalam : Hutzigen O, IH Van Lelyuccid, BCJ Zoetemen, editor. *Proceeding of the 2nd Int. Symp. on Aquatic Pollutants*; Amsterdam, Belanda. New York (US): Pergamon Pr. 1-12.
- Weliyadi E, Awaludin, Imra, Maulianawati. 2018. Aktivitas antibakteri ekstrak daging kerang bakau (*Geloina coaxans*) dari kawasan mangrove Tarakan terhadap *Vibrio parahaemolyticus*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 35-41.
- Yenni, Nurhayati T, Nurjanah. 2012. Pengaruh perebusan terhadap kandungan asam lemak dan kolesterol kerang pokea (*Batissa violacea celebensis* Marten 1897). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(3): 193-198.