

KONSENTRASI LOGAM KADMIUM (Cd) DAN MERKURI (Hg) PADA KERANG HIJAU (*Perna viridis*) DI PERAIRAN CILINCING PESISIR DKI JAKARTA

Anna Rejeki Simbolon

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kristen Indonesia
Jalan Mayjen Sutoyo no 5. Cawang Jakarta Timur
annarejekisimbolon@gmail.com

Abstract

*Green shell (*Perna viridis*) is one of the biota which is food and widely distributed in Cilincing waters. This research aims to know the heavy metal content of Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) in Cilincing Coastal Waters of DKI Jakarta. Green Hanger analyzed the metal content by AAS (Atom absorption spectrophotometer). The results of heavy metal content of Cd and Hg were analyzed descriptively based on the quality standard referring to the Decree of the Food and Drug Agency of the Republic of Indonesia (BPOM) of 2016 on the determination of the maximum limit of microbial and chemical contamination in food. The significance value of each sampling station in the test with one-way Anova test. The results showed that the metal content of Cadmium (Cd) ranged from 0.03 mg / kg-0.5 mg / kg. While the mercury metal content (Hg) in green shells (*P. viridis*) ranged from 0.02 mg / kg-0.06 mg / kg with anova assay results at each study site of $p > 0.05$. It shows the metal content of cadmium and mercury still in accordance with the standard quality that has been determined with the range of heavy metal content of both cadmium and mercury are not significantly different in each sample location.*

Keywords: Cadmium; Cilincing Waters; Heavy metal; Mercury

Abstrak

Kerang Hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu biota yang diajdiakan bahan pangan dan terdistribusi luas di Perairan Cilincing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Kadmiun (Cd) dan Merkuri (Hg) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. Kerang Hijau dianalisa kandungan logam beratnya dengan alat AAS (Atom absorption spectrophotometer). Hasil kandungan logam berat Cd dan Hg dianalisa secara deskriptif berdasarkan baku mutu mengacu pada Keputusan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM) tahun 2016 tentang penetapan batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam makanan. Nilai signifikansi dari masing-masing stasiun pengambilan sampel di uji dengan uji Anova satu arah. Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam Kadmiun (Cd) berkisar antara 0.03 mg/kg- 0.5 mg/kg. Sementara kandungan logam Merkuri (Hg) pada kerang hijau (*P. viridis*) berkisar antara 0.02 mg/kg-0.06 mg/kg dengan hasil uji anova pada masing-masing lokasi penelitian sebesar $p > 0.05$. Hal tersebut menunjukkan kandungan logam Kadmiun dan Merkuri masih sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan dengan kisaran kandungan logam berat baik Kadmiun maupun Merkuri yang tidak berbeda secara nyata pada masing-masing lokasi pengambilan sampel.

Kata kunci : Kadmiun; Logam berat; Merkuri; Perairan Cilincing

PENDAHULUAN

Perairan Cilincing merupakan salah satu kawasan pesisir DKI Jakarta. Perairan ini termasuk kawasan muara dari aliran Sungai Cakung dan Sungai Kali Baru yang masuk ke wilayah Kecamatan Cilincing. Seperti aktivitas pesisir pada umumnya kawasan perairan ini dipadati dengan aktivitas perikanan seperti berlabuhnya kapal nelayan, budidaya kerang, pengupasan kulit kerang dan pelelangan ikan.

Selain dengan aktivitas perikanan, kawasan Cilincing juga merupakan kawasan dengan aktivitas industri yang padat. Sebagai kawasan pelabuhan, daerah ini merupakan kawasan industri dengan adanya kawasan nasional berikat industri terpadu Marunda. Sehingga kapal-kapal perdagangan baik yang berasal dari luar maupun dalam negeri berlabuh dikawasan ini. Sebagai kawasan dengan aktivitas perikanan dan industri yang padat, Perairan

Cilincing menjadi perairan yang berisiko terjadi pencemaran. Hasil penelitian Simbolon (2016) menunjukkan Perairan Cilincing masuk kategori tercemar sedang dengan kadar DO, BOD dan COD yang telah jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan.

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran perairan ialah aktivitas manusia. Hasil aktivitas manusia (*antropogenik*) baik yang berasal dari aktivitas rumah tangga maupun aktivitas industri tentunya akan menghasilkan limbah buangan yang masuk ke aliran sungai dan terakumulasi di wilayah pesisir. Limbah buangan antropogenik umumnya mengandung senyawa berbahaya yang merugikan ekosistem perairan. Salah satu senyawa yang berbahaya tersebut adalah logam berat (Sikaily, 2003).

Logam berat yang masuk ke perairan akan mencemari ekosistem perairan tersebut, logam berat akan mengkontaminasi air, terakumulasi dalam sedimen dan mengalami biomagnifikasi ke biota air yang hidup didalamnya. Sifat logam berat yang sulit terdegradasi mengakibatkan logam berat mudah terakumulasi pada biota laut, khususnya ikan dan kerang-kerangan. Logam berat yang ada di perairan akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimen sehingga memberikan peluang paparan yang lebih besar pada udang, kerang dan rajungan.

Logam berat yang umumnya berasal dari aktivitas industri antara lain Pb, Hg, Cd dan Zn. Logam berat bersifat toksik dan akan terakumulasi dalam sedimen dan biota air melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi. Logam-logam berat

terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi toksik bagi ekosistem perairan. Logam berat Cd dan Hg merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam aktivitas manusia baik dalam skala rumahan maupun skala industri, sehingga logam Cd dan Hg merupakan contoh logam berat yang baik sebagai pertanda terjadinya pencemaran logam berat di perairan yang berasal dari aktivitas manusia (Sikaily, 2003).

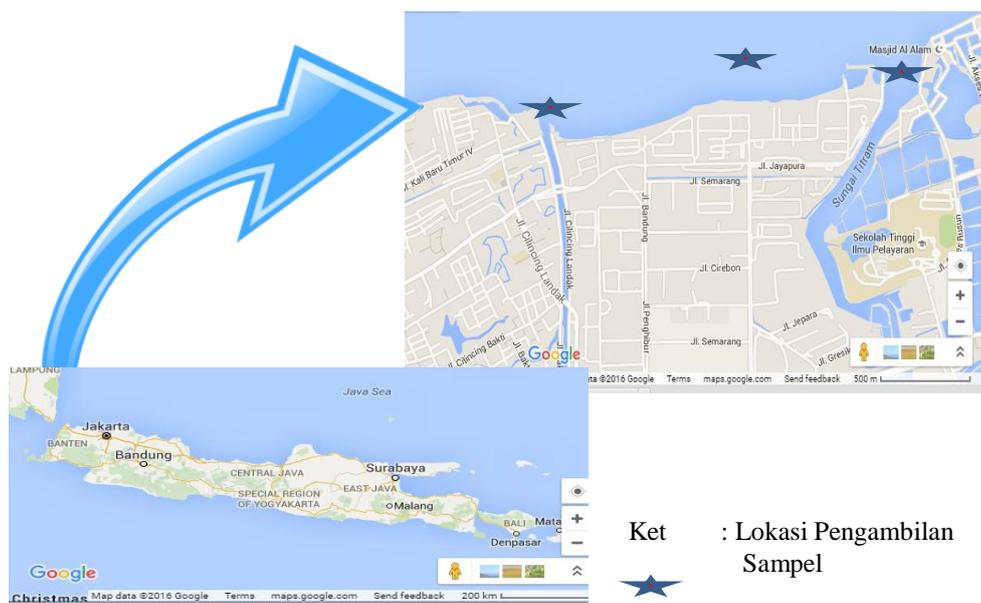
Kerang merupakan biota air yang potensial terkontaminasi logam berat karena sifatnya yang *filter feeder* yaitu organisme yang cara makannya dengan menyaring air sehingga memiliki kemampuan untuk mengakumulasi bahan-bahan polutan. Biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut karena sifatnya yang *sessil* atau menetap. Salah satu biota kerang yang dominan ditemukan di wilayah Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta adalah kerang hijau (*Perna viridis*). *P. viridis* merupakan jenis kerang yang paling sering dijual dan dikonsumsi oleh penduduk sekitar. Distribusi kerang hijau tersebar di sepanjang Pesisir DKI Jakarta hingga Pesisir Tangerang. Selain itu kerang ini dapat tumbuh dengan baik pada tekanan ekologis yang tinggi sehingga kerang hijau dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran khususnya di wilayah DKI Jakarta.

Logam Cd dan Hg yang terkandung dalam limbah akan mengendap di sedimen dan terakumulasi dalam tubuh kerang *P. viridis*. Penelitian Lestari dan Edward (2004) menyebutkan kandungan logam berat di Sungai Cilincing masih di bawah baku mutu dan masih

dapat digunakan untuk budidaya biota air. Sementara itu, penelitian Simbolon (2016), menunjukkan status pencemaran Perairan Cilincing dengan status yang tercemar sedang. Namun penelitian tersebut belum mengkaji seberapa besar kandungan logam berat di tubuh biota air khususnya kerang hijau. Sifat logam berat yang berbahaya bagi kesehatan dan sifatnya yang dapat terbiomagnifikasi pada tubuh hewan dan manusia menjadikan penelitian ini perlu dilakukan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana kandungan logam berat Hg dan Cd pada kerang hijau di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta saat ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi logam Hg dan Cd pada kerang hijau di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah khususnya Pemda DKI mengenai kandungan logam Cd dan Hg pada kerang hijau di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Oktober-November 2017 di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta, Jakarta Utara. Metode pengambilan sampel ditentukan dengan *purposive sampling*. Pengambilan sampel pada hilir Sungai Cilincing yang berbatasan dengan Pesisir DKI Jakarta. Lokasi pengambilan sampel di tentukan pada 3 stasiun pengambilan sampel yang disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1 antara lain, Stasiun 1: Muara Cilincing; Stasiun 2: kawasan permukiman; Stasiun 3: Kawasan Berikat Nusantara). Pengambilan sampel diulang sebanyak tiga kali dengan interval waktu pengambilan sampel selama dua minggu. Lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 1. Analisa logam berat Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan AAS (*Atom Absorption Spectrophotometer*). Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Produktivitas & Lingkungan,



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Titik kordinat pengambilan sampel

Lokasi	Nama Wilayah	Kordinat
Stasiun 1	Muara Cilincing	6°5. 647' S; 106° 56. 165 ' E
Stasiun 2	Kawasan Pemukiman	6°4. 719' S; 106° 56. 385 ' E
Stasiun 3	Kawasan Berikat Nusantara	6°4. 646' S; 106° 57. 084 ' E

Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan IPB. Hasil pengukuran kandungan logam Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg) dianalisis secara deskriptif berdasarkan pada standar baku mutu yang digunakan yaitu mengacu pada Keputusan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM) tahun 2016 tentang penetapan batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam makanan. Nilai signifikansi dari masing-masing stasiun pengambilan sampel di uji statistika dengan uji Anova satu arah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta

Kerang hijau termasuk organisme intertidal yang tersebar luas di sepanjang perairan Pesisir DKI Jakarta, terutama pada daerah muara dan pesisir dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Organisme ini bersifat *sessile*, *euryhaline* dan memiliki siklus kehidupan yang sederhana. Kerang ini disebut juga sebagai *bioaccumulate* pada hampir semua polutan (logam berat, radionuklida, hidrokarbon minyak bumi, pestisida dll), dan strain berbagai penyakit virus dan bakteri di dalamnya jaringan, dan mampu merespon dengan cepat terhadap polutan oleh berbagai jenis perilaku, fisiologis, biokimia dan respon imunologis (Bhargavan, 2008). Kerang ini

dapat hidup di daerah dengan substrat lunak maupun batuan pesisir pada perairan payau dengan salinitas optimal sekitar 27 sampai 33 ppt, dan suhu antara 26 sampai 32 ° C. Kerang hijau dapat hidup dari zona intertidal dangkal sampai kedalaman 15 m yang menunjukkan toleransi yang luas terhadap kekeruhan dan kadar polusi (Bhargavan, 2008). Kedalaman Perairan Cilincing yang diperoleh selama pengambilan sampel berkisar antara 7-10 meter, sehingga kawasan ini masih sesuai dengan habitat alami kerang hijau. Demikian halnya dengan suhu yang diukur selama penelitian berkisar 30 °C -31°C dengan salinitas sebesar 31 ppt (Simbolon dan Faradiba, 2016).

Sampel Kerang hijau yang diperoleh selama penelitian di sajikan pada Gambar 2. Ukuran kerang hijau yang diperoleh berukuran sedang (siap makan) dengan lebar cangkang 5 ± 0.5 cm dan panjang cangkang 7 ± 0.5 cm. Kerang hijau merupakan salah satu komoditas budidaya di Perairan Cilincing, hal tersebut dikarenakan distribusinya yang tersebar luas di perairan ini. Selain itu, harga jualnya yang cukup tinggi dan permintaan masyarakat yang cukup tinggi terhadap kerang hijau. Kerang hijau umumnya dibudidayakan oleh para nelayan di Perairan Cilincing pada bagan-bagan kerang. Kerang hijau menempel pada tali transek yang telah dibuat sebelumnya oleh para nelayan kerang. Setelah 3-4 bulan para nelayan akan melakukan panen kerang hijau. Musim

panen umumnya berlangsung selama 3-4 kali dalam 1 tahun. Kerang Hijau yang dipanen akan dijual ke pengadah (pengepul) kerang dengan harga jual Rp. 10.000-15.000 per ember. Para penduduk pesisir yang khususnya ibu rumah tangga bekerja sambil untuk mengupas kulit kerang dan akhirnya dijual ke pelelangan ikan atau langsung ke pedagang kerang hijau.

Kerang hijau merupakan salah satu bahan pangan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat pesisir maupun masyarakat perkotaan pada umumnya. Selain rasanya yang enak dan harga yang murah kandungan gizi pada kerang cukup tinggi. Kandungan gizi yang terdapat pada kerang antara lain kandungan mineral seperti Ca, Fe dan Cu, kandungan asam folat serta vitamin B12 (Yulianti, 2011). Sifatnya yang *filter feeder* dan mampu bertahan hidup pada kadar organik yang tinggi menyebabkan organisme ini rentan terhadap paparan limbah logam berat. Terlebih distribusinya di sepanjang Pesisir DKI Jakarta menyebabkan biota ini menjadi organisme yang baik sebagai bioindikator pencemaran logam berat di Kawasan DKI Jakarta.

2. Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta

Konsentrasi Logam Cd pada kerang hijau yang diperoleh selama penelitian disajikan pada Tabel 2 Rata-rata konsentrasi logam Cd pada tiap stasiun disajikan pada Gambar 3. Konsentrasi Cd yang diperoleh berkisar antara 0.03mg/kg – 0.53mg/kg dengan rata-rata berkisar 0.277 ± 0.21 mg/kg - 0.36 ± 0.24 mg/kg. Nilai tersebut masih sesuai

dengan baku mutu yang ditetapkan BPOM yaitu sebesar 2 mg/kg. Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya seperti timbal. Menurut WHO konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400–500 μg per orang atau 7 μg per kg berat badan, sehingga konsentrasi Cd pada kerang hijau masih sesuai menurut baku mutu yang ditetapkan oleh WHO (WHO 1992). Berdasarkan uji anova satu arah konsentrasi Cd pada kerang hijau antar stasiun menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) dengan nilai p sebesar 0.923. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Kadmium tidak berbeda secara signifikan tiap stasiunnya. Kadmium masuk ke perairan pesisir dapat berasal dari industri *electroplating*, pewarna pada cat, industri batu baterai, plastik, alat-alat transportasi. Umumnya 50% Kadmium yang terdapat di perairan berasal dari aktivitas *electroplating* (Naja dan Bohumil, 2009).

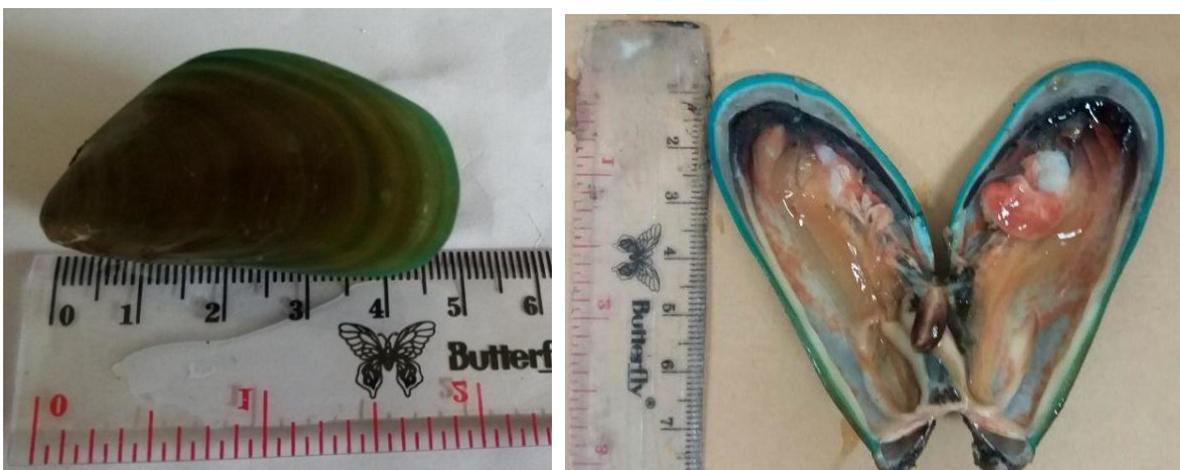
Kadmium di dasar perairan, umumnya terdapat pada 15 cm di atas dasar sedimen, dan lebih mengikat pada sedimen besubstrat tanah liat atau lempung dibandingkan berpasir (Hassanien, 2010). Konsentrasi Cd pada kerang hijau berasal dari biomagnifikasi logam Cd baik yang berasal pada air dan sedimen di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. Berdasarkan sifatnya yang *filter feeder*, kerang hijau dapat mengakumulasi kadar logam berat dalam jumlah tinggi. Selain itu organisme ini juga mampu mengakumulasi pestisida dan hidrokarbon dari air yang terkontaminasi dan dapat menyebabkan efek buruk terhadap

fisiologi dan mekanisme kekebalan tubuh organisme tersebut.

3. Konsentrasi Logam Merkuri (Hg) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta

Konsentrasi Logam Hg pada kerang hijau yang diperoleh selama penelitian disajikan pada Tabel 2. Rata-rata konsentrasi logam Hg pada tiap stasiun disajikan pada Gambar 4. Konsentrasi Cd yang diperoleh berkisar antara 0.02 mg/kg – 0.06 mg/kg dengan rata-rata berkisar 0.034±0.01 mg/kg-0.049±0.02 mg/kg. Nilai tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan BPOM tahun 2016 yaitu sebesar 1 mg/kg. Berdasarkan uji statistik anova satu arah konsentrasi Hg pada kerang hijau antar stasiun menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) dengan nilai p sebesar 0.447. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Hg tidak berbeda secara signifikan pada tiap stasionnya. Beberapa sumber polutan yang menyebabkan terjadinya pencemaran merkuri di lingkungan pesisir adalah industri penambangan logam,

industri bijih besi, termasuk *metal plating*, industri yang memproduksi bahan kimia, baik organik maupun anorganik, dan sampah domestik (*offshore dumping*), lumpur dan lain-lain. Merkuri sangat mudah larut dalam air dan terikat pada jaringan tubuh organisme kerang hijau. Standar yang ditetapkan badan-badan internasional untuk merkuri adalah sebagai berikut: di air minum 2 ppb, pada makanan laut 1 ppm dan di udara 0,1 mg (miligram) metilmerkuri setiap 1 m³, 0,05 mg/m³ logam merkuri untuk orang-orang yang bekerja 40 jam seminggu (8 jam sehari) (WHO, 1983). Sifat ion Merkuri yang mudah berinteraksi dengan air, maka merkuri dengan mudah memasuki tubuh melalui tiga cara, yaitu melalui kulit, inhalasi (pernafasan) maupun lewat makanan. Dampak akibat masuknya merkuri ke dalam tubuh biasanya muncul dalam waktu lama, bisa bulanan atau tahunan tergantung kadar merkuri yang masuk. Merkuri akan menumpuk dan selanjutnya mengganggu fungsi ginjal atau sering disebut *nefrotoksik* (Sialagan, 2010).



Gambar 2. Sampel Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang diperoleh saat penelitian

Tabel 2. Hasil pengukuran logam Cd dan Hg pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) selama penelitian

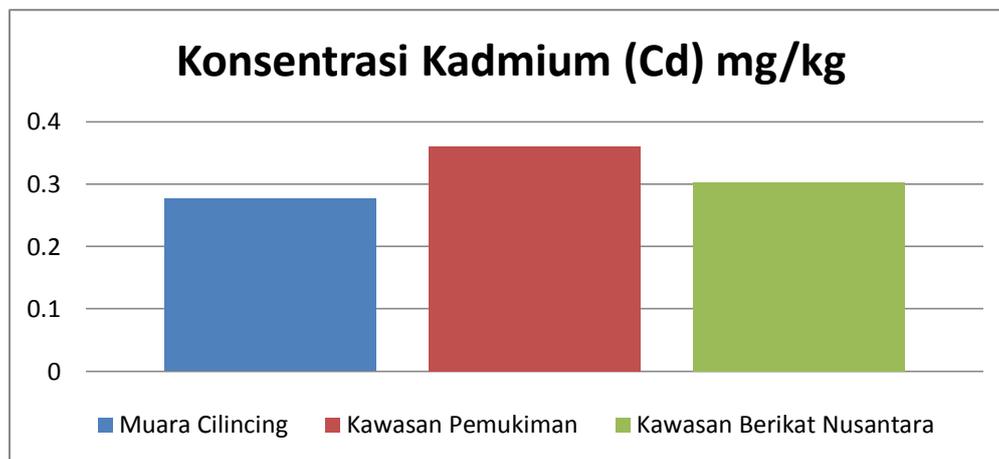
Konsentrasi (mg/kg)	Logam					
	Kadmium (Cd) (mg/kg)			Merkuri (Hg) (mg/kg)		
	LK 1	LK 2	LK 3	LK 1	LK 2	LK 3
Ulangan 1	0.03	0.03	0.03	0.021	0.058	0.023
Ulangan 2	0.40	0.53	0.40	0.049	0.036	0.066
Ulangan 3	0.40	0.51	0.48	0.032	0.063	0.058
Rata-Rata	0.277	0.36	0.303	0.034	0.05	0.049
Standard Deviasi	0.213	0.283	0.240	0.014	0.014	0.022
Baku Mutu	2	2	2	1	1	1

Keterangan:

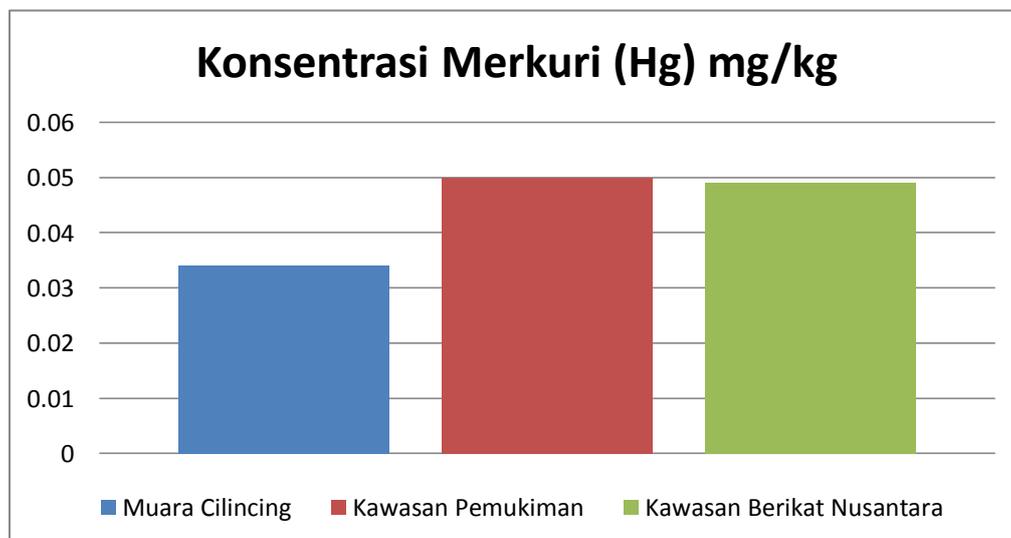
LK1 : Muara Cilincing

LK2 : Kawasan Pemukiman

LK3 : Kawasan Berikat Nusantara



Gambar 3. Rata-rata konsentrasi Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di masing-masing lokasi penelitian



Gambar 4. Rata-rata konsentrasi Merkuri (Hg) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di masing-masing lokasi penelitian

Merkuri digunakan dalam bentuk cair pada berbagai industri seperti industri perangkat listrik dan mekanik. Merkuri cair dapat diserap oleh kulit dan dari usus, namun uap yang dilepaskan dari merkuri cair dapat diserap melalui paru-paru dan sangat berbahaya saat dihirup. Setelah menyerap, metalik dan anorganik merkuri memasuki siklus reduksi oksidasi. Merkuri metalik dioksidasi ke kation anorganik divalen pada sel darah merah dan paru-paru manusia dan hewan. Organ hati merupakan organ sasaran dari oksidasi merkuri dalam tubuh dan dilepaskan melalui pernapasan (NCCR, 2001).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini ialah kandungan logam Kadmium (Cd) pada kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta masih sesuai dengan baku mutu BPOM tahun 2016 yaitu berkisar antara

0.03 mg/kg- 0.5 mg/kg. Demikian juga kandungan logam Merkuri (Hg) pada kerang hijau yang masih dibawah bakumutu yang ditetapkan yaitu berkisar 0.02 mg/kg-0.06 mg/kg. Penelitian ini juga menunjukkan kisaran kandungan logam berat baik Kadmium maupun Merkuri yang tidak berbeda secara nyata pada masing-masing lokasi pengambilan sampel.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kristen Indonesia yang telah membiayai penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orang tua penulis Nippon Simbolon dan suami Daniel Rezki yang telah membantu penulis dalam pengambilan sampel. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Rosa Medina dan Frans yang membantu penulis dalam pengambilan dan preparasi sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhargavan BPV. 2008. Haematological responses of green mussel *Perna viridis*(Linnaeus) to heavy metals copper and mercury. Cochin University Of Science And Technology
- Hassanien MA dan Amir M. 2011. Environmental Heavy Metal Pollution and Effects on Child Mental Development. Di dalam: Lubomir IS, Mihail VK dan Biana GS, editor. Environmental Heavy Metal Pollution and Effects on Child Mental Development Risk Assessment and Prevention Strategies. NATO Advanced Research Workshop; 2010 April 28-May 1; Sofia, Bulgaria., Netherlands (NL): Springer. hlm 1-23.
- NCCR. 2001. Mercury: Health Effects. National Center For Research Resources.
- Loague K dan Corwin DL. 2005. Point and nonpoint source pollution. *Encyclopedia Of Hydrological Sciences*. 94: 1427-1439.
- Lestari dan Edward. 2004. Dampak pencemaran logam berat terhadap kualitasair laut dan sumberdaya perikanan(studi kasus kematian massal ikan-ikandi Teluk Jakarta). *Makara Sains*, 8(2): 52-58.
- Naja GM danBohumil V. 2009. Toxicity and Sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and Radionuclides in the Environment. Di dalam: Lawrence K W, Jiaping PC, Yung-TH, Nazih KS, editor. Heavy Metals in the Environment . New York (US). CRC press (taylor dan Francis Group). 489hal.
- Siallagan MBA. 2010. Analisis Buangan Berbahaya PertambanganEmas di Gunung

- Pongkor (Studi Kasus: Desa Cisarua, Malasari, dan Bantarkaret di Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor). Skripsi. Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor
- Simbolon AR, Carmudi dan Kusbiyanto. 2012. Peranan Kajian Komunitas Zoomakrobenthos sebagai penentu status Sungai Sungai Pelus Kabupaten Banyumas. *Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi. Peran Corporate Social Responsibility (CSR) dan Teknologi Berkelanjutan dalam Pemberdayaan menuju Masyarakat Madani*; 2012 Mei 15; Purwokerto. Hlm 72-79.
- Simbolon AR. 2016. Status Pencemaran di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. *Proceeding Biology Education Conference* (ISSN: 2528-5742), Vol 13(1) 2016: 677-682.
- Simbolon AR dan Faradiba R. 2016. Analisis Risiko Pencemaran Timbal Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Sungai Cilincing Pesisir DKI Jakarta. Usulan Penelitian Dosen Pemula. Hibah Simlitabmas DIKTI. LPPM UKI.
- Sikaily AE. 2003. Health risk assessment in relation to heavy metals pollution of Western Mediterranean Sea, Egypt. *J. Aquat BioL & Fish.* 7(4): 47 – 66.
- [WHO] World Health Organisation. 1983. *Environmental Health Criteria 27: Guidelines on Studies in Environmental Epidemiology*. Geneva (CH). WHO.
- [WHO] World Health Organisation. 1992. *Environmental Health Criteria 135: Cadmium*. Geneva (CH). WHO.
- Yulianti I. 2011. Karakteristik Mineral dan Vitamin B12 Kerang Hasil Tangkapan Samping. [skripsi]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor