

Persentase Penurunan Kadar Logam Berat Timbal pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Pasca Proses Depurasi oleh Nelayan Teluk Jakarta

Rosmita Chaerunnisa^{1*}, Supardi U.S²

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Indraprasta PGRI

²Program Studi Pendidikan MIPA, Fakultas Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI

*email: xcloercharu@gmail.com

Article History

Received:
15/04/2021
Revised:
01/05/2021
Accepted:
07/06/2021

Kata kunci:

Proses depurasi
Kadar logam berat timbal (Pb)
Kerang hijau (*Perna viridis*)

Key word:

Depurasi process
The levels of heavy metals lead (Pb)
Green mussel (*Perna viridis*)

ABSTRAK

Kerang hijau merupakan sumber makanan bergizi dan memiliki protein yang baik untuk kebutuhan nutrisi masyarakat. Akan tetapi, berdasarkan sifat filter feeder dari kerang hijau di habitatnya membuat kerang hijau memiliki potensi bahaya membawa kandungan logam berat timbal. Logam berat timbal ini dapat terakumulasi oleh tubuh manusia yang memakan kerang hijau tersebut dan mengakibatkan gangguan kesehatan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui persentase penurunan kadar logam berat timbal (Pb) dalam daging kerang pasca proses depurasi yang dilakukan oleh hasil budidaya para nelayan dari Teluk Jakarta. Sampel diambil secara random sampling dari masing-masing titik pembudidayaan kerang hijau dan dari pasar ikan terdekat yang menerima distribusi hasil panen kerang hijau dari lokasi pembudidayaan. Metode penelitian berbentuk survey *ex post facto* dengan jumlah sampel penelitian berasal dari Muara Dadap, Muara Angke, dan Muara Cilincing. Hasil ulangan uji sebanyak tiga kali dijadikan jumlah sampel untuk mengetahui pengaruh proses depurasi dari tiap-tiap muara dan besar perbedaan kandungan timbal antara ketiga lokasi. Total rerata keseluruhan kadar logam timbal sebelum melalui proses depurasi adalah 2.33 mg/kg dan rerata sesudah melalui proses 2 mg/kg. Hasil uji ANAVA satu jalur dalam signifikansi 0.5 menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan kandungan timbal daging kerang hijau dari ketiga muara. Selanjutnya perbandingan data uji-t pada taraf signifikansi 0.5 dengan hasil t-hitung = 1.124 dan t-tabel = 2.306 memberikan kesimpulan hasil bahwa tidak adanya pengaruh signifikan proses penurunan kandungan timbal sebelum melalui proses depurasi dengan sesudah proses depurasi.

ABSTRACT

Green shellfish is a nutritious food source and has good protein for people's nutritional needs. However, based on the filter feeder properties of green mussels in their habitat, green mussels have the potential to carry the heavy metal content of lead. This heavy metal lead can be accumulated by the human body who eats the green shellfish and causes health problems. The purposed of this study was to determine the percentage reduction in the levels of heavy metal lead (Pb) in shellfish meat after the depuration process carried out by the cultivation of fishermen from Jakarta Bay. Samples were taken by random sampling from each green mussel cultivation point and from the nearest fish market that received distribution of green shellfish yields from the breeding location. The research method was in the form of an *ex post facto* survey with the number of research samples coming from Muara Dadap, Muara Angke, and Muara Cilincing. The results of three test replications were used as the number of samples to determine the effect of the depuration process from each estuary and the difference in lead content between the three locations. The total mean of all lead levels before going through the depuration process was 2.33 mg/kg and the average after going through the process was 2 mg/kg. The results of the one-way ANOVA test with a significance of 0.5 showed that there was no significant difference in the lead content of green mussel meat from the three estuaries. Furthermore, the comparison of the t-test data at the significance level of 0.5 with the results of t-count = 1.124 and t-table = 2.306 gives the conclusion that there was no significant effect of the process of reducing the lead content before going through the depuration process and after the depuration process.

Copyright © 2021 LPPM Universitas Indraprasta PGRI. All Right Reserved

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam bahari yang berlimpah. Sebagian besar masyarakat pesisir memanfaatkan kekayaan ini sebagai mata pencaharian mereka untuk dijual ke pasaran termasuk para nelayan Pesisir Teluk Jakarta. Hasil pencarian para nelayan ini kemudian didistribusikan ke berbagai wilayah Jakarta, Bandung, Bogor, dan beberapa wilayah lainnya yang masih dekat jangkauannya (Andamari & Amini, 2011). Tangkapan hasil laut yang didistribusikan tersebut diantaranya adalah kerang hijau (*Perna viridis*). Pasar-pasar ikan di Jakarta terutama menerima distribusi pasokan kerang hijau dan beberapa hasil laut lainnya dari nelayan yang mencari produk perikanan di sekitar Teluk Jakarta.

Kerang hijau merupakan *mollusca* yang memiliki kemampuan menyerap partikel-partikel kecil disekitar atau disebut dengan *filter feeder*. Kerang hijau biasanya hidup di perairan laut yang agak tenang, mempunyai kadar salinitas berkisar 27-34%, suhu 27-37°C; pH 6-8; kecerahan 3.5-4 m dan hidup pada kedalaman 3-10 m di daerah *estuarine* (Ismail *et al.*, 2002). Menurut Dharma (1980), oleh karena sifatnya yang makan dengan menyerap apapun di sekeliling tempat hidupnya, maka kerang hijau dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan di beberapa negara dan bahkan dijadikan sebagai bahan percobaan untuk menguji keberadaan logam berat di laut. Termasuk juga dalam menyerap logam berat timbal yang kemudian diakumulasikan dalam tubuhnya.

Timbal atau timah hitam adalah sejenis logam lunak berwarna coklat dengan nomor atom 42, berat atom 207.19, titik leleh 327.5°C, titik didih 1725.5°C dan berat jenis 11.4 gr/ml. Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri, dan rumah tangga. Pada pertambangan timbal berbentuk senyawa sulfida (PbS). Logam Pb bersifat toksik pada manusia dan dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem *gastrointestinal* yang disertai dengan diare. Sedangkan gejala kronis umumnya ditandai dengan mual, anemia, sakit di sekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Darmono, 2001).

Pada saat ini pendistribusian kerang hijau sudah beredar secara meluas hampir diseluruh masyarakat Jakarta. Untuk itu agar kandungan logam dan mikroba yang diserap oleh kerang hijau

berkurang, maka perlu dilakukan proses pencucian kerang hijau pasca panen atau yang disebut juga dengan depurasi. Proses ini membutuhkan sarana dan prasarana yang menunjang untuk dapat mencapai tujuan dari depurasi tersebut. Meskipun begitu, penurunan kadar logam berat timbal masih dipertanyakan mengingat kondisi perairan Teluk Jakarta yang memprihatinkan.

Untuk mengurangi cemaran mikroorganisme ataupun *marine biotoxin* yang terdapat pada tubuh kerang hijau agar aman dikonsumsi maka perlu dilakukan penanganan depurasi terhadap kekerangan hasil budidaya yang dipanen sebelum didistribusikan ke pasar. Menurut Suwidah *et al.* (2007) depurasi merupakan proses pasca panen yang bertujuan untuk membersihkan kerang hijau dari bahan-bahan pencemar dan beracun yang terdapat di dalam daging dan cangkang kerang.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase penurunan kadar logam berat timbal pada kerang hijau pasca proses depurasi yang dilakukan oleh para pembudidaya kerang hijau di Teluk Jakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli 2012 di sekitar Teluk Jakarta pada lokasi-lokasi pembudidayaan kerang hijau. Terdapat empat lokasi tempat pengambilan sampel untuk diuji, yaitu di Muara Angke, Muara Dadap, Marunda, dan Muara Cilincing. Sampel kerang hijau sebelum melalui proses depurasi dari Muara Dadap dan Muara Angke diambil pada tanggal 7 Juni 2012 pukul 08.00-10.00 WIB; sampel dari Muara Cilincing dan Marunda diambil pada tanggal 12 Juni 2012 pukul 09.00-11.30 WIB. Untuk pengujian parameter air laut dilakukan pada tanggal 20-22 Juni 2012 pada pukul 07.00-18.00 WIB.

Untuk analisis kondisi perairan dilakukan secara *in situ* di lokasi pembudidayaan kerang hijau di Teluk Jakarta. Selanjutnya kadar logam diuji di Laboratorium Terpadu di Pusat Penelitian Pangan di Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Bahan uji yang digunakan adalah daging kerang hijau sebelum dan sesudah melalui proses depurasi, air laut dari lokasi pembiakan kerang, larutan HNO_3 , larutan H_2SO_4 , larutan H_2O_2 , air deionisasi.

Alat yang digunakan adalah pisau, pH digital, termometer, gunting, timbangan analitik ketelitian 0,0000 g, spatula, sendok plastik, blender/homogenizer, plastik *polyetilene*,

refrigerator, fume hood (ruang pengasaman), pipet volumetrik kapasitas 10 mL, 5 mL, 1 mL, pipet tetes, gelas ukur kapasitas 50 mL, labu ukur kapasitas 50 mL, hot plate, beaker glass kapasitas 50 mL, corong polypropylene, kertas saring, aluminium foil, botol air mineral, seperangkat alat AAS (Atomic Absorption Spectrometer) merk Perkin Elmer precisely AAnalyst 700, water Quality checker merk Horiba, model v-5000.

Metode penelitian yang peneliti lakukan adalah penelitian *ex post facto*. Penelitian *ex post facto* adalah penyelidikan secara empiris yang sistematis, di mana peneliti tidak mempunyai kontrol langsung terhadap variabel-variabel bebas (independent variables). Pada *ex post facto*, kontrol langsung tidak mungkin dikerjakan, baik secara manipulasi atau secara randomisasi (Nazir, 2009).

Metode Analisa Sampel



Desain penelitian ini berbentuk:

O1 = Kandungan Pb sebelum depurasi

O2 = Kandungan Pb setelah depurasi

X = Proses depurasi

Dari desain di X adalah proses depurasi yang ada di lokasi pembudidayaan kerang hijau. Variabel X merupakan variabel bebas (*independent variable*), sedangkan O adalah kandungan logam berat yang terdapat pada daging kerang hijau. Variabel O disebut sebagai variabel terikat (*dependent variable*).

Untuk mendapatkan kandungan logam berat timbal (Pb) terlebih dahulu dilakukan preparasi pada daging kerang hijau. Sampel kerang hijau diawetkan dengan pendinginan. Sampel daging kerang hijau dari masing-masing muara baik yang sebelum dan sesudah didepurasi diblender hingga homogen, kemudian ditimbang masing-masingnya seberat ± 5 gr di dalam *Beaker glass*. Sampel daging kerang kemudian dimasukkan dalam *fume hood* dan ditambahkan 5 mL HNO₃ sampai reaksi melambat baru ditambahkan kembali 5 mL H₂SO₄ dan dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan suhu 60°C selama 30 menit lalu didinginkan. Setelah dingin ditambahkan kembali 10 mL larutan HNO₃ dan dipanaskan kembali dengan suhu 120°C dan dinaikkan suhunya perlahan-lahan hingga 150°C. *Beaker glass* diangkat dari *hot plate* ketika sampel menghitam dan tunggu hingga mendingin. Setelah dingin sebanyak 1 mL H₂O₂ ditambahkan ke dalam masing-masing sampel. Tunggu hingga

terjadi reaksi dalam *beaker glass* dan dibiarkan mendingin dan diulangi penambahan 1 mL H₂O₂, hingga cairan berwarna bening. Lalu cairan sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL sambil disaring dan ditambahkan air deionisasi hingga 50 mL. Setelah sampel uji siap, perlu dibuat larutan blanko untuk membandingkan bahan dasar larutan dengan sampel daging kerang hijau. Karena pada saat pengukuran beberapa larutan asam pada sampel khususnya H₂SO₄ dapat ikut terhitung. Karena itu diperlukan deret standar untuk membandingkan nilai kadar logam berat timbalnya. Membuat deret standar logam berat dalam sampel yaitu sebesar 0.000 ppm; 0.050 ppm, 0.100 ppm; 1 ppm dan 3 ppm. Deret standar ini dibuat dari larutan induk 1000 ppm dengan menggunakan rumus pengenceran untuk jenis logam (Pb). Deret standar ini dibuat secara komposit di dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan air deionisasi.

Parameter uji yang digunakan meliputi kandungan logam Pb sebelum melalui proses depurasi dan sesudah melalui proses depurasi serta tingkat penurunan kadar logam berat tersebut. Untuk menetapkan jumlah kandungan Timbal (Pb) pada daging kerang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Pb} = (a - b) \text{ mg/L} \times cd$$

a = jumlah μg Pb pada sampel;

b = jumlah μg Pb pada blanko;

c = volume larutan pada sampel;

d = berat sampel.

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas. Pengujian homogenitas dilakukan dalam rangka menguji kesamaan varians setiap kelompok data (Supardi, 2012). Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kandungan timbal sampel daging kerang hijau dari tiga lokasi muara (Muara Dadap, Muara Angke, dan Muara Cilincing) menggunakan uji ANAVA satu jalur yang dilanjutkan dengan uji-t. Sedangkan persentase penurunan kandungan logam dihitung menggunakan rumus:

$$I = \frac{I_0 - I_t}{I_0} \times 100\%$$

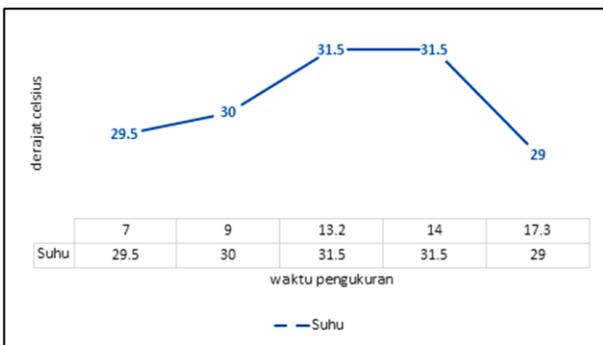
I = tingkat penurunan kandungan Timbal (%)

Io = kandungan Timbal sebelum (ppm)
 It = kandungan Timbal sesudah (ppm)

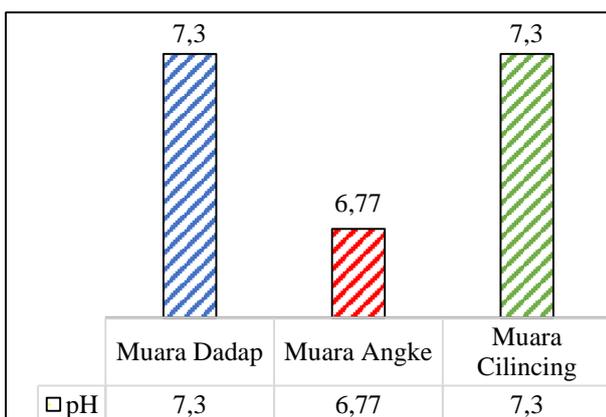
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Parameter Penunjang

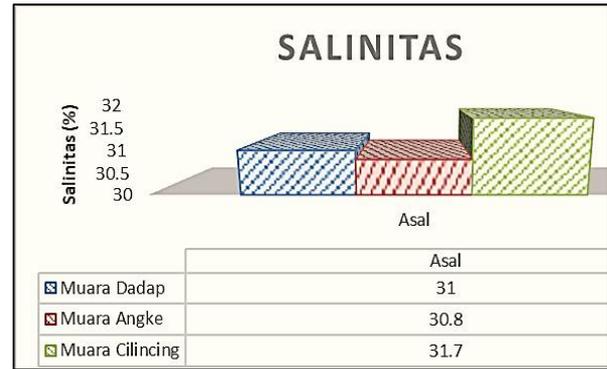
Kondisi pada perairan dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan. Hasil uji yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3 yang memperlihatkan bahwa suhu, pH, dan salinitas masih berada dalam posisi normal untuk pembiakan kerang hijau. Batasan nilai pH telah ditentukan oleh kantor Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 yakni 6.5-8. Untuk salinitas perairan pembudidayaan sekitar 27-35 % (Prasetyo, 2009). Menurut Broom (1985), salinitas untuk kehidupan kerang darah menurut berkisar antara 28-31‰. Menurut Asikin (1982) kerang hijau hanya dapat menetap pada suhu perairan antara 27-37°C, kadar garam antara 27-34 permil, pH antara 6-8, kecerahan air laut antara 3.3-4.0 meter, arus, dan angin tidak terlalu kuat dan umumnya pada kedalaman 10-20 meter.



Gambar 1. Suhu perairan

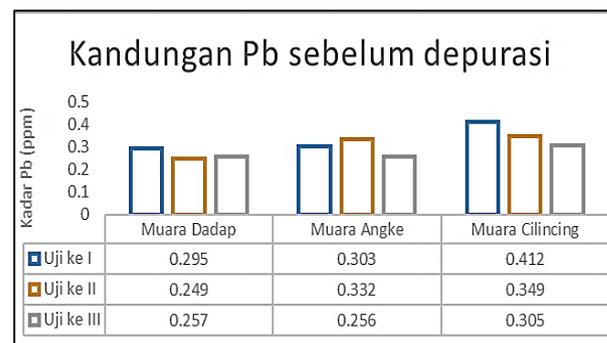


Gambar 2. Derajat keasaman air laut



Gambar 3. Salinitas pembiakan kerang hijau

Namun terkadang kondisi air laut bisa berubah bila pabrik-pabrik di sekitar lokasi pembiakan khususnya di Muara Cilincing, membuang hasil limbahnya ke laut. Menurut salah satu nelayan (Rizal, 34 tahun) yang merupakan narasumber dalam penelitian ini mengatakan bahwa air laut bisa berubah menjadi putih susu tatkala pabrik minyak membuang limbahnya ke laut. Sehingga kerang hijau yang sedang dibudidayakan mati akibat kondisi air laut yang buruk. Narasumber lainnya menyebutkan arah angin juga dapat mempengaruhi laju pertumbuhan kerang hijau. Pada saat angin barat berhembus, maka kerang hijau akan tumbuh lebih baik di perairan Teluk Jakarta sebelah timur. Begitupun sebaliknya, ketika angin timur berhembus maka pertumbuhan kerang akan lebih baik di perairan Teluk Jakarta sebelah barat.



Gambar 4. Kandungan logam berat timbal sebelum depurasi

Tabel 1 memperlihatkan hasil uji sebelum depurasi kemudian dikonversi dalam satuan mg/kg.

Tabel 1. Hasil konversi kandungan timbal sebelum depurasi dalam mg/kg

Ulangan (ppm)/Asal	Muara Dadap	Muara Angke	Muara Cilincing
Uji ke I	2.20	2.23	3.36
Uji ke II	1.80	2.48	2.79
Uji ke III	1.87	1.83	2.39
Rata-Rata	1.96	2.18	2.85
Total Mean		2.33	
Median		2.23	
Simpangan Baku		0.51	

Hasil uji sesudah depurasi kemudian dikonversi dalam satuan mg/kg (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil konversi kandungan timbal sesudah melalui depurasi dalam satuan mg/kg

Ulangan (ppm)/Asal	Muara Dadap	Muara Angke	Muara Cilincing
Uji ke I	2.49	1.99	2.44
Uji ke II	1.72	1.12	2.30
Uji ke III	1.43	2.91	1.57
Rata-Rata	1.88	2.01	2.11
Total Mean		2.00	
Median		1.99	
Simpangan Baku		0.58	

Selanjutnya, untuk perhitungan analisis persyaratannya data pada hasil tabel uji sebelum dan sesudah menggunakan uji Liliefos dengan taraf signifikansi (α) menggunakan $\alpha = 5\%$ (0.05), hasilnya H_0 diterima maka kedua sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

Pada uji homogenitas menggunakan uji Fisher (uji F) dengan taraf signifikansi (α) = 5 %, hasil data kelompok sebelum dan sesudah depurasi memiliki varian yang sama atau homogen.

Untuk pengujian hipotesis penelitian, maka data kandungan logam berat timbal sesudah melalui proses depurasi diuji menggunakan uji ANAVA satu jalur. Lalu dilakukan analisis komparasi Uji-t untuk uji beda rerata dua kelompok data dari satu kelompok sampel (berpasangan). Antara kandungan logam berat timbal sebelum melalui proses depurasi dengan sesudah melalui proses depurasi.

Tabel 3. Tabel penolong uji beda rata-rata dua kelompok berpasangan

Asal	Hasil Ulangan	Kandungan Logam Berat Timbal		Nilai Rata-Rata		Gain (d) [X-Y]	d ²
		Sebelum (X)	Sesudah (Y)	Sebelum (X)	Sesudah (Y)		
Muara Dadap	1	2.20	2.49	1.96	1.88	0.08	0.01
	2	1.80	1.72				
	3	1.87	1.43				
Muara Angke	1	2.23	1.99	2.18	2.01	0.17	0.03
	2	2.48	1.12				
	3	1.83	2.91				
Muara Cilincing	1	3.36	2.44	2.85	2.01	0.74	0.55
	2	2.79	2.30				
	3	2.39	1.57				
Jumlah						0.99	0.59

Hasil uji hipotesis menggunakan anava satu jalur menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$, yaitu $0.003 < 5.00$. Maka H_0 diterima dan disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kandungan logam berat timbal yang signifikan dari beberapa muara

antara Muara Dadap, Muara Angke, dan Muara Cilincing.

Hasil uji perbandingan data dengan menggunakan uji-t untuk mengetahui pengaruh proses depurasi terhadap penurunan kadar logam

berat timbal menunjukkan $t_{hitung} = 1.124$ dan $t_{tabel} = 2.306$ dari signifikansi (α) = 0.05 dan $db = n - 1 = 8$ menyatakan $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan H_0 diterima. Artinya terdapat perbedaan yang tidak signifikan antara kandungan logam berat timbal sebelum dan sesudah proses depurasi.

Menurut Darmono (1995) beberapa faktor yang mempengaruhi laju absorpsi logam dari dalam air, yaitu kadar garam, hadirnya senyawa kimia lain, temperatur, pH besar kecilnya organisme, dan kondisi kelaparan dari organisme. Walaupun begitu, toleransi spesies organisme terhadap logam berat tidak tergantung pada laju absorpsi logam ke dalam tubuh. Di samping itu, kondisi stress fisiologik sangat berpengaruh terhadap absorpsi logam dari air. Kondisi ini menyebabkan terjadinya kenaikan absorpsi logam. Di dalam keterangan lainnya Darmono (1995) juga menambahkan khusus untuk hewan *mollusca*, mereka dapat mengekskresikan logam yang masuk ke dalam tubuhnya dalam bentuk yang berbeda-beda. Seperti jenis Scallop, jenis keong laut, mengeluarkan logam dari tubuhnya dalam bentuk granula dari ginjalnya. Sedangkan pada *Mythillus edulis* untuk regulasi Pb tidak begitu baik. Absorpsi Pb dalam 40 hari terlihat proporsional dengan konsentrasi Pb air sekitarnya pada kandungan 0.005 sampai 5 ppm. Di sini terlihat bahwa laju pengeluaran Pb dalam air juga proporsional dengan konsentrasi dalam jaringan. Sehingga efisiensi ekskresi juga konstan dan sebagai akibatnya, konsentrasi Pb dalam tubuh naik jika konsentrasi dalam air laut juga naik. Maka dari itu, hewan *Perna viridis* yang masih dekat dengan genus *Mythillus* dikatakan dapat menjadi bioindikator lingkungan laut untuk mengetahui kadar logam berat yang terkandung di dalam laut.

Adapun perhitungan persentase penurunan kandungan timbal dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{I_0 - I_t}{I_0} \times 100\%$$

$$I = \frac{2.33 - 2.00}{2.33} \times 100\%$$

$$I = 14\%$$

Sehingga hasil perhitungan penurunan kandungan timbal di atas menunjukkan bahwa tingkat penurunan kandungan timbal sebesar 14%.

Kerang hijau hidup di perairan estuari teluk dan daerah mangrove dengan substrat pasir lumpuran serta salinitas yang tidak terlalu tinggi. Umumnya

menempel dan bergerombol pada dasar substrat yang keras, yaitu batu karang, kayu, bambu atau lumpur keras dengan bantuan bysus. Kerang hijau tergolong dalam organisme sesil yang hidup bergantung pada ketersediaan zooplankton, fitoplankton, dan material yang kaya akan kandungan organik. Benih kerang hijau akan menempel pada kedalaman 1.5-11.70 meter di bawah permukaan air pada saat pasang tertinggi (Henrik, 2008).

KESIMPULAN

Hasil pengujian kadar logam berat timbal pada kerang hijau (*Perna viridis*) dari Teluk Jakarta menunjukkan adanya penurunan setelah melalui proses depurasi. Total presentase penurunan kadar logam menunjukkan sebesar 14% yang dilakukan oleh para nelayan.

Sementara hasil uji kandungan timbal yang telah dilakukan menunjukkan nilai yang masih berada di atas ambang batas maksimal yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa kadar timbal dalam daging kerang masih termasuk tinggi meskipun dilakukan proses pencucian/depurasi. Oleh karenanya perlu adanya penyuluhan ulang terhadap para nelayan agar melakukan proses depurasi yang lebih baik agar kadar logam timbal dalam daging kerang mencapai standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Serta menerapkan kembali peraturan AMDAL oleh badan pengawas setempat agar dapat meminimalisir produksi limbah ke laut oleh pabrik di sekitar Teluk Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Andamari, R., & Amini, S. (2011). *Budidaya Kerang Hijau (Perna viridis) di Perairan Indonesia. Refleksi Pengembangan Budidaya Kekerangan d Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya*. Penerbit Swakarya: Jakarta.
- Arief, D. (1980). *Keadaan Suhu Permukaan Air Laut dan Suhu Udara Perairan Teluk Jakarta. Pengkajian Fisika, Kimia, Biologi dan Geologi Tahun 1975-1979*. Lembaga Oseanologi Nasional LIPI: Jakarta.
- Asikin. (1982). *Kerang Hijau*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Broom, M. J. (1985). *The Biology And Culture of Marine Bivalve Molluscs of The Genus*

- Anandara. International Center for Living Aquatic Resources Management: Manila.
- Darmono. (1995). *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia Press: Depok.
- Prasetyo, D. A. (2009). Penentuan Kandungan Logam (Hg, Pb, dan Cd) dengan Penambahan Bahan Pengawet dan Waktu Perendaman yang Berbeda pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di perairan Muara Kamal Teluk Jakarta. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Ismail, W., & Andamari, R. (1983). Budidaya kerang hijau dan permasalahannya. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 1(2), 65-67.
- Nazir, M. (2009). *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia: Bogor.
- Supardi. (2012). *Aplikasi dalam Statistika*. Ufuk Publisher: Jakarta.
- Suwidah., Praseno, O., & Sudrajat, A. (2007). Keragaan kerang hijau (*Perna viridis*) dan dampak lingkungannya. *Prosiding Seminar Nasional Molusca dalam Penelitian, Konservasi & Ekonomi*, 158-167.