

# Biokonsentrasi Logam Plumbum (Pb) Terhadap Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Teluk Semarang

## *Bioconcentration Lead (Pb) Green Mussel (Perna viridis) in Semarang Bay*

Sonny Lahati<sup>1,2\*</sup>, Agus Hartoko<sup>3</sup>, Haeruddin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan Universitas Alkhairaat Palu

Jl. Diponegoro No. 39. Lere, Kota palu, Sulawesi Tengah 94221

<sup>3</sup>Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang 50275

\*email: [lautdasar70@gmail.com](mailto:lautdasar70@gmail.com)

---

### Abstrak

Diterima  
07 Januari 2022

Disetujui  
17 Mei 2022

Perairan pantai Teluk Semarang sudah tercemar logam berat timbal (Pb). Penelitian dilakukan pada September 2015 hingga Maret 2016 dengan 3 stasiun di lokasi budidaya kerang hijau Tambaklorok. Analisis konsentrasi logam berat Pb menggunakan metode AAS (*Atomic Absorbition Spectrophotometer*). Pengolahan data menggunakan SPSS dan Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi logam berat Pb dalam air berkisar 0,51- 0,76 mg/L. Rata-rata konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen di tiga stasiun pengamatan diperoleh rata-rata konsentrasi logam Pb antara 4,975-20,43 mg/kg. Kerang hijau yang telah diambil di perairan disortir dan dipisahkan sesuai ukuran panjang cangkang dan dilakukan penimbangan seberat 1 kg masing – masing sesuai ukuran panjang cangkang. Ukuran kecil (2-3 cm), sedang (3-4 cm) dan kerang yang besar dengan ukuran panjang cangkang (5-6 cm). Hasil pengukuran konsentrasi logam berat Pb pada *P. viridis* menunjukkan bahwa rata-rata kerang hijau ukuran panjang cangkang 4-5 cm di lokasi stasiun III terendah konsentrasi logam berat Pb sebesar 0,24 mg/kg. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam berat Pb pada *P. viridis* yang tertinggi terdapat di stasiun I sebesar 0,89 mg/kg dengan ukuran panjang cangkang 2-3 cm. Persamaan korelasi antara panjang cangkang dan konsentrasi Pb adalah  $Y = -0,131 + 1,13 X$ . Nilai Standar error of the Estimate (SEE) 0,19. Sedangkan standar deviasi 0,20 artinya kelayakan variabel predictor (perairan) untuk memprediksi variabel tergantung (kerang) layak karena SEE lebih besar nilainya dari pada standar deviasi. Rata – rata nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) kerang hijau berukuran kecil lebih tinggi daripada kerang hijau yang berukuran sedang dan kerang hijau yang berukuran besar. Kerang hijau dapat di konsumsi oleh seseorang jika berat badan 60 kg maka maksimal sebanyak 5,8 kg dalam seminggu karena telah mengandung Pb

**Kata Kunci:** Biokonsentrasi, *Perna viridis*, Pb, Teluk Semarang

---

### Abstract

The coastal waters of Semarang Bay have been polluted by heavy metal lead (Pb). The research was conducted from September 2015 to March 2016 with 3 stations at the Tambaklorok green mussel cultivation location. Analysis of the concentration of heavy metal Pb using the AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) method. Data processing using SPSS and Excel. The results showed that the average concentration of heavy metal Pb in the air ranged from 0.51 to 0.76 mg/L. The average concentration of heavy metal Pb in three observations obtained an average concentration of Pb between 4.975-20.43

mg/kg. Green mussels taken in the waters were sorted and separated according to the length of the shell and weighed 1 kg each according to the length of the shell. Small (2-3 cm), medium (3-4 cm) and large shells with long shells (5-6 cm). The results of the measurement of the concentration of heavy metal Pb in *P. viridis* showed that the average green mussel shell size 4-5 cm at the location of station III had the lowest concentration of heavy metal Pb at 0.24 mg/kg. Meanwhile, the highest average concentration of Pb in *P. viridis* was found at station I at 0.89 mg/kg with a shell length of 2-3 cm. The correlation equation between shell length and Pb concentration is  $Y = -0.131 + 1.13 X$ . Standard error of the Estimate (SEE) is 0.19. While the standard deviation of 0.20 means that the predictor variable (water) to predict the dependent variable (shellfish) is feasible because SEE is greater than the standard deviation. The average value of the Bioconcentration Factor (BCF) of green mussels is smaller than that of medium-sized green mussels and large green mussels. Green mussels can be consumed by someone if the body weight is 60 kg, then as much as 5.8 kg in a week because it contains Pb.

**Keyword:** Bioconcentration, *Perna viridis*, Pb, Semarang Bay

## 1. Pendahuluan

Perairan pesisir pantai Teluk Semarang memiliki potensi khususnya budidaya laut, masyarakat memanfaatkan pesisir pantai sebagai lokasi budidaya kerang hijau (*Perna viridis*) atau *green mussel*. Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan hewan *filter feeder*, karena ia adalah jenis biota yang mendapatkan makanan dengan jalan menyaring air yang masuk ke dalam tubuhnya, sehingga menjadikan biota ini menyerap semua bahan biotik-abiotik yang ada di dalam volume air yang disaringnya. Disisi yang lain perairan pantai Semarang sudah tercemar logam berat Pb. Wardani (2013); Zulmadara (2009) menyatakan bahwa perairan dan sedimen pesisir pantai Semarang sudah tercemar logam berat. Mengingat perairan Semarang telah tercemar Logam plumbum atau timbal padahal jenis logam ini merupakan logam non esensial. Palar (2004) menyatakan apabila logam Pb masuk kedalam tubuh dapat mengganggu fungsi enzimatis dan proses regenerasi seluler.

Maka cukup penting dilakukan penelitian tentang bahan pencemar pada kerang hijau dalam berbagai ukuran panjang cangkang baik yang sering dipasarkan oleh masyarakat pembudidaya kerang maupun kerang yang berukuran kecil yang belum dipasarkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi logam Pb dalam kolom air, sedimen, jaringan lunak kerang hijau. Menentukan pola hubungan regresi antara konsentrasi Pb dalam jaringan lunak dengan konsentrasi Pb dalam air. Menentukan nilai faktor biokonsentrasi kerang hijau di perairan serta analisis bagaimana perbedaan hubungan signifikan antara berbagai ukuran kerang hijau dengan lokasi yang berbeda.

Connel dan Miller (2005) menyatakan bahwa biokonsentrasi adalah masuknya bahan pencemar secara langsung dari air oleh makhluk hidup melalui jaringan seperti insang atau kulit.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di perairan Tambaklorok Semarang, berlangsung bulan September 2015 hingga Maret 2016. Identifikasi konsentrasi biota, sedimen dan sampel air di laksanakan di Laboratorium Bapelkes Semarang.

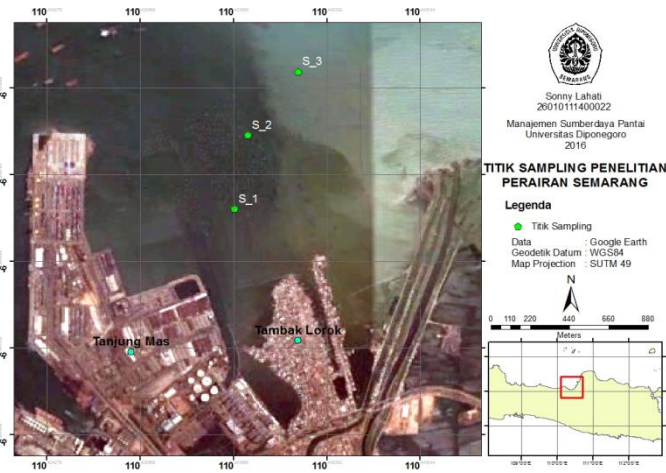
### 2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dengan metode survei dan teknik pengambilan sampel, yaitu pengambilan sampel yang bertujuan (*Purposive Sampling*). Data primer yang di kumpulkan dari hasil beberapa sampel dari stasiun di Perairan Teluk Semarang. Data sekunder dari dari berbagai artikel jurnal, buku maupun laporan.

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 2.3.1. Penentuan Stasiun

Sampel yang diambil adalah Kerang hijau (*P. viridis*) 27 sampel. Berat basah sampel 1 kg, dikelompokkan sesuai ukuran panjang cangkang 2-3 cm, 4-5 cm, 6-7 cm. Sampel sedimen dan air diambil masing-masing 9 sampel dan faktor lingkungan yang terdiri dari temperatur, pH, dan salinitas. Pengambilan sampel dilakukan di 4 stasiun pada jarak yang berbeda dari pantai. Pengujian Timbal dilakukan di Bapelkes Semarang menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.4.2. Analisis Regresi dan Bioakumulasi

$$Y_{(Pb \text{ pada kerang})} = a + \beta X_{(Pb \text{ kolom air})}$$

Keterangan:

- X = konsentrasi Pb pada kerang (mg/kg)
- Y = konsentrasi Pb dalam air (mg/L)
- $\beta$  = koefisien regresi setiap variabel bebas
- a = nilai konstanta

Adapun faktor bioakumulasi (FB) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:  $K_B = K_1 : K_2$

Keterangan:

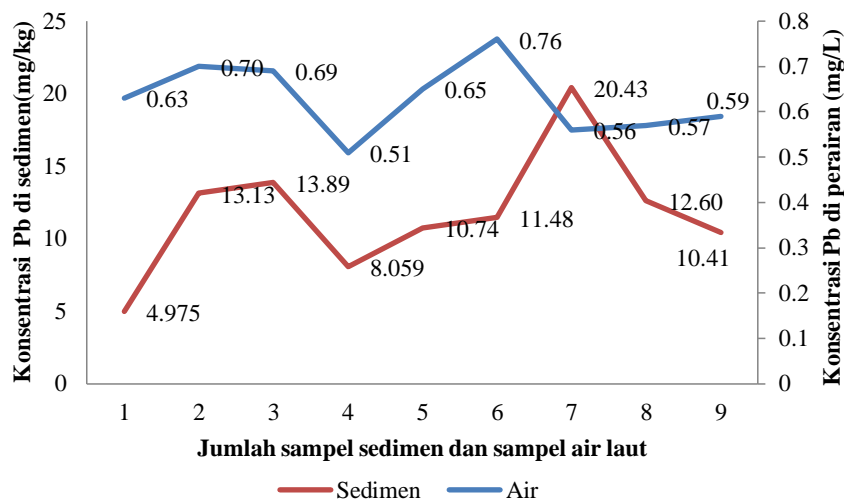
- $K_B$  = Faktor biokumulasi
- $K_1$  = Kandungan logam berat (Pb) pada Kerang hijau (*P. viridis*) (ppm)
- $K_2$  = Kandungan logam berat (Pb) dalam lingkungan perairan (ppm)

Sarwono (2002) memberikan kriteria untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel sebagai berikut: 0 (tidak ada korelasi antara dua variabel), >0-0,25 (korelasi sangat lemah), >0,25-0,5 (cukup), >0,5-0,75 (kuat), >0,75-0,99 (sangat kuat), dan 1 (sempurna)

### 3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Logam Pb pada Perairan dan Sedimen

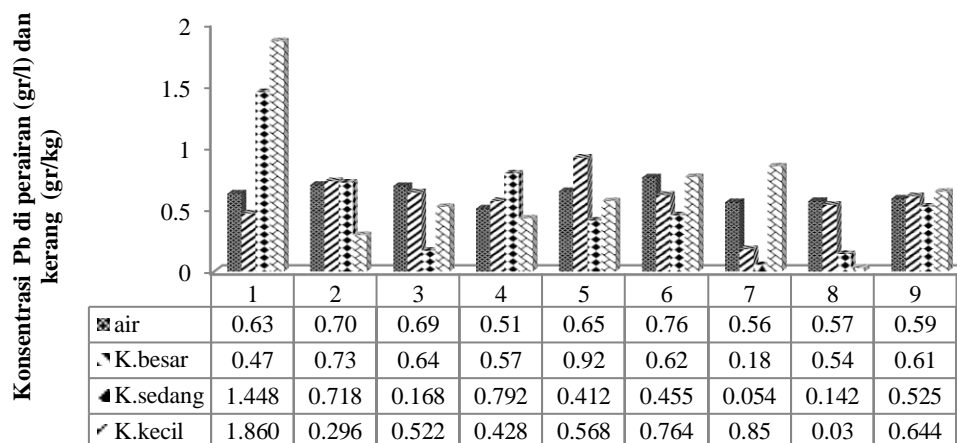
Konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen yang tertinggi terdapat pada stasiun III sebesar 20,43 mg/kg dan terendah di stasiun I sebesar 4,975 mg/kg. Adapun perbandingan konsentrasi logam berat Pb di perairan dan konsentrasi logam berat Pb pada sedimen di lokasi stasiun yang sama tertera dalam Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan logam Pb pada sedimen dan perairan di stasiun pengamatan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan rata-rata kandungan sedimen di tiga stasiun berkisar antara 4,975-20,43 mg/kg sedangkan kandungan logam berat Pb di kolom air rata-rata antara 0,51-0,76 mg/l, hanya sampel di stasiun III yang lebih tinggi konsentrasi Pb di sedimen yaitu 20,43 mg/kg. Menurut Afiati (2005) dalam Rudiyantri (2009) konsentrasi logam berat dalam sedimen tinggi karena mungkin di hasilkan dari peningkatan beberapa senyawa, seperti partikel organik, ZnO<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub>, dan Clay. Hal ini menunjukkan bahwa lima tahun berselang tingkat konsentrasi Pb di sedimen di perairan Semarang meningkat drastis jika dibandingkan dengan penelitian Zulmadara (2009) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat Pb di perairan Semarang disemua stasiun berkisar 1,98–2,91 mg/kg. Hasil penelitian 1 kg kerang hijau (cangkang dan daging) berukuran panjang cangkang 6-7 cm berjumlah rata-rata 54 kerang/kg, sedangkan kerang hijau ukuran panjang cangkang terkecil ukuran 2-3 cm sebanyak 138 kerang/kg.

Sampel kerang sesuai ukuran panjang cangkang sejumlah 27 sampel jaringan lunak (daging) kerang hijau. Hasil pengukuran konsentrasi logam berat Pb pada *P.viridis* menunjukkan bahwa rata-rata kerang hijau ukuran panjang cangkang 4-5 cm di lokasi stasiun III terendah konsentrasi logam berat Pb sebesar 0,24 mg/kg. Sedangkan rata-rata konsentrasi logam berat Pb pada *P.viridis* yang tertinggi terdapat di stasiun I sebesar 0,89 mg/kg dengan ukuran panjang cangkang 2-3 cm. Adapun kecendrungan lebih tingginya nilai konsentrasi logam berat pada kerang berukuran kecil menandakan adanya fenomena *growt delution* yang di temukan dalam penelitian yang berkaitan dengan Bivalvia. Pechenik (2000) dalam Abdulgani (2004) menyatakan bahwa dalam mekanisme *filter-feeder*, aliran air laut yang masuk akan berlanjut menuju ke labial palp dimana pada bagian tersebut akan melalui penyaringan dengan cilia-cilia. Partikel yang berukuran kecil akan lolos, sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui sifon-inkuren dalam bentuk *pseudofeces* hal ini di duga merupakan salah satu faktor menurunnya konsentrasi logam berat, seiring dengan membesarnya kerang tersebut. Hasil penelitian rata-rata total kandungan logam berat Pb yang tertinggi dari total semua stasiun terdapat pada ukuran cangkang 2-3 cm dengan kandungan rata-rata logam berat Pb sebesar 0,662 mg/kg pada Gambar 3.



Stasiun I (1-2-3), Stasiun II (4-5-6) Stasiun III (7,8,9)

Gambar 3. Logam Pb Pada Kerang Hijau (*P.viridis*)

Sesuai Gambar 3. stasiun I menunjukkan konsentrasi Pb tertinggi pada kerang kecil jumlahnya 1,86 g/kg, walau memang pada stasiun III atau stasiun terjauh dari pantai menunjukkan konsentrasi terkecil 0,03 g/kg. Mason (1981) menyatakan logam berat mengalami biokonsentrasi dan bioakumulasi sehingga kadarnya didalam tubuh makhluk hidup lebih besar daripada di lingkungan perairan. Logam berat juga mengalami biomagnifikasi, kadarnya akan semakin meningkat dengan peningkatan posisi organisme pada rantai makanan (Mason, 1981).

*Perna viridis* merupakan salah satu jenis kerang yang dikenal memiliki nilai ekonomis dan kandungan gizi yang sangat baik untuk di konsumsi. Kerang hijau mengandung air 19,9 g; protein 47,6%; lemak 7 gr; karbohidrat 18,5%; dan abu 4,3% dalam 200 gram daging mengandung 300 kalori. Dari nilai gizi menjadikan kerang hijau sebanding dengan daging sapi, telur, daging ayam (Suwignyo, 1984 dalam Cappenberg, 2008). Konsentrasi logam Pb dalam jaringan lunak (daging) kerang hijau di tiga lokasi penelitian belum melampaui ambang baku mutu untuk produk ikan dan hasil olahannya yang ditetapkan oleh Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan No: 03725/B/SKNII/89 yaitu sebesar 2 mg/kg. Walaupun kandungan logam Pb belum melewati ambang baku mutu namun dalam mengkonsumsi kerang hijau perlu pembatasan.

Jika dibandingkan dengan standar persyaratan maksimum kandungan Pb, Hg dan Cu dalam daging kerang (SNI 01-3460-1994) adalah sebagai berikut : Timbal (Pb) : 0,5 mg/kg (ppm), merkuri (Hg) : 0,5 mg/kg (ppm), tembaga (Cu) : 20 mg/kg (ppm). Sedangkan batas maksimum cemaran timbal pada makanan menurut SNI (2009) adalah 0,25 mg/kg. Jika melihat standar nasional cemaran timbal pada makanan, maka kerang hijau di perairan Tambaklorok tidak memenuhi syarat standar nasional. Artinya jika tidak ada perubahan konsentrasi Pb

saat kerang hijau yang berasal dari tambaklorok di jadikan menu untuk dikonsumsi (makanan), maka kerang tersebut dapat berbahaya bagi tubuh manusia.

Untuk penentuan batas konsumsi harian (*Acceptable Daily Intake* –ADI) hal tersebut dapat di telaah sesuai baku mutu dari FAO/WHO yang menyatakan bahwa batas maksimum konsumsi logam Pb pada manusia adalah 50 µg/kg berat badan per minggu. Artinya bahwa seseorang mempunyai berat badan 60 kg, maka dalam satu minggu hanya diperbolehkan termasuk logam Pb maksimum sebesar  $60 \times 50 \mu\text{g/kg} = 3000 \mu\text{g}$ . Observasi di pasar Tambaklorok bahwa panjang cangkang kerang hijau yang sering di jual ke masyarakat berukuran >6 cm. Maka kalau menghitung pendekatan berat badan seseorang konsumsi kerang hijau hasil koleksi kerang hijau di perairan Tambaklorok dengan panjang cangkang 6-7 cm (rata-rata kandungan Pb 0,584 mg/kg atau sama dengan 584 µg/kg). Artinya seseorang dapat mengkonsumsi kerang hijau yang berasal dari perairan Tambaklorok maksimum 5,84 kg perminggu.

### 3.2. Regresi dan Korelasi antara Pb di Air dan Kerang Hijau

Hasil perhitungan regresi menunjukkan persamaan regresi  $Y = -0,131 + 1,13 X$ . Adapun  $\alpha$  angka konstan dari *unstandardized coefficient* yang angka dalam penelitian ini ialah sebesar - 0,131. Angka ini berupa angka konstan yang mempunyai arti sebesar tingkat konsentrasi logam Pb pada kerang saat nilai X (konsentrasi Pb pada air) sama dengan 0. Sedangkan  $\beta$  angka koefisien regresi sebesar 1,13. Angka tersebut mempunyai arti bahwa setiap penambahan konsentrasi logam Pb pada air maka tingkat konsentrasi akan meningkat sebesar 1,137. Mengingat angka slope positif maka interpretasi dibalik  $Y = 1,13 * X - 0,131$ . Jumlah X diketahui pada kasus 1 (pertama) variabel independen (Pb pada perairan) adalah 0,63 (Gambar 1). Maka  $Y = 1,137 \times 0,63 - 0,137 = 0,58$  nilai ini sama dengan tabel casewise diagnostics.

Tabel 1. Ringkasan Model<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.448 <sup>a</sup>	.201	.087	.192080	1.760

a. Predictors: (Constant), Pb\_Airlaut

b. Dependent Variable: Pb\_Keranghijau

Bagian ringkasan model menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berfungsi untuk mengetahui besarnya variabilitas variabel tergantung tingkat konsentrasi logam Pb pada kerang yang dapat diterangkan dengan menggunakan variabel bebas jumlah konsentrasi logam Pb di perairan. Nilai R Square dalam tabel sebesar 0,2 atau koefisien determinasi. Besarnya angka koefisien determinasi 0,20 atau sama dengan 20 %. Angka tersebut berarti bahwa sebesar 20% tingkat konsentrasi pada logam Pb pada kerang dapat dijelaskan dengan menggunakan variabel jumlah konsentrasi Pb pada air laut. Sedangkan sisanya 80 % (100 % - 20 %) harus dijelaskan oleh faktor lainnya diluar model regresi ini, apakah secara ekobiologis, rantai makanan maupun faktor kimiawi, besarnya pengaruh faktor lain disebut error (e).

Sesuai tabel di atas bahwa Nilai Standar error of the Estimate (SEE) 0,19. Sedangkan standar deviasi dalam tabel dibawah ini 0,20 artinya kelayakan variabel predictor (variabel bebas) untuk memprediksi variabel tergantung layak karena SEE lebih besar nilainya dari pada standar deviasi.

Tabel 2. Deskripsi Statistik

	Mean	Std. Deviation	N
Pb_Keranghijau	.58367	.201012	9
Pb_Airlaut	.62889	.079285	9

Bagian korelasi memberikan informasi bahwa hubungan antara variabel konsentrasi logam Pb pada *P. viridis* dengan konsentrasi Pb pada kolom air ialah 0,44. Nilai ini mempunyai arti hubungan korelasi cukup. Artinya jika variabel konsentrasi Pb pada air meningkat maka konsentrasi logam Pb pada kerang juga meningkat.

### 3.3. Analisis Varian dan Biokonsentrasi Logam Berat Pb pada *P.viridis*

Dalam membandingkan teknik anova satu faktor menggunakan metode pengujian hubungan antara satu variabel tergantung yang berskala interval atau rasio (parametrik) yakni tingkat konsentrasi Pb pada jaringan lunak dalam berbagai ukuran panjang cangkang. Dengan menelaah hasil sampel sesuai hasil analisa AAS. Sedangkan variabel bebasnya adalah berskala nominal (non- parametrik) adalah jenis ukuran kecil (2-3 cm), sedang (4-5 cm) dan ukuran besar (6-7 cm). Hasil perhitungan SPSS dapat diketahui pada deretan angka Levene's test untuk nilai sig hitung; probabilitas (sig) sebesar 0,282 Karena angka probabilitas hitung sebesar  $0,282 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima ; atau  $H_1$  ditolak. Artinya varians ketiga kelompok ukuran kerang sama.

Selanjutnya uji Anova dihitung apakah konsentrasi logam Pb pada rata-rata ukuran kerang kecil, kerang sedang, kerang besar berbeda. Sesuai dengan rincian tabel Anova F hitung  $0,268 > F$  tabel 3,40 jatuh didaerah

penerimaan, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, artinya rata-rata tingkat konsentrasi logam Pb pada populasi kerang ukuran panjang cangkang kecil, sedang dan ukuran panjang cangkang besar sama secara signifikan.

Absorpsi zat oleh biota air dan terakumulasi di dalamnya diketahui dengan menilai faktor biokonsentrasi zat yaitu rasio konsentrasi zat dalam jaringan biota per konsentrasi zat dalam medium air, BCF diperluas menjadi faktor bioakumulasi (*bioaccumulation factor*: BAF), yaitu rasio konsentrasi zat dalam jaringan biota per konsentrasi zat dalam berbagai media (Mangkoedihardjo, 2009).

Tabel 3. Nilai Faktor Biokonsentrasi

Stasiun	Nilai BCF		
	K.besar	K.sedang	K.kecil
1	0,75	2,30	2,95
	1,04	1,03	0,42
	0,93	0,24	0,76
2	1,12	1,55	0,84
	1,42	0,63	0,87
	0,82	0,60	1,01
3	0,32	0,10	1,52
	0,95	0,25	0,05
	1,03	0,89	1,09
<b>Rata-rata</b>	<b>0,93</b>	<b>0,84</b>	<b>1,057</b>

Biokonsentrasi faktor (BCF) kerang hijau dalam tabel menunjukkan bahwa nilai BCF logam Pb yang tertinggi terdapat pada kerang kecil BCF 2,95 pada stasiun 1 atau stasiun yang berada didekat pantai sedangkan tingkat akumulasi terendah terdapat pada kerang kecil 0,05 yang berada di stasiun 3 atau stasiun yang terjauh dari pantai. Rata-rata BCF kerang hijau berukuran kecil lebih tinggi tingkat akumulasi konsentrasi logam Pb di lokasi penelitian yaitu kerang ukuran kecil nilai BCF 1,057 di bandingkan kerang hijau berukuran besar nilai BCF 0,93 dan kerang berukuran sedang nilai BCF 0,84.

Analisa data menggunakan Anova Tersarang (*Nested Anova*). Anova ini digunakan untuk menguji data tiap ukuran kerang di bagi menjadi beberapa sub sampel dengan jumlah di lokasi yang sama. Setelah diinteraksikan ukuran kerang dalam satu stasiun, hasil analisa bahwa tidak ada perbedaan nyata tingkat konsentrasi Pb (berbagai ukuran) dalam stasiun yang sama atau nilai  $P > 0,05$ . Adapun analisis perberbedaan konsentrasi Pb berbagai ukuran di diantara stasiun (lokasi), juga tidak ada perbedaan konsentrasi Pb diantara stasiun yang berbeda.

## 4. Kesimpulan

Logam berat Pb pada kerang hijau dari Teluk Semarang kandungannya 0,25 mg/kg melebihi batas standar SNI tahun 2009. Korelasi antara Pb di perairan dengan Pb pada kerang dapat diprediksi dan berkorelasi cukup dengan makna bahwa Pb perairan mempengaruhi 20 % konsentrasi Pb pada kerang. Rata – rata nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) kerang hijau berukuran kecil lebih tinggi daripada kerang hijau yang berukuran sedang dan kerang hijau yang berukuran besar

## 5. Saran

Penelitian lanjutan perlu dilakukan dalam memonitoring konsentrasi logam Pb ataupun logam berat lainnya di perairan Teluk Semarang.

## 6. Referensi

- Abdulgani, N. Aunorohim. A.W, Indarto. 2010. Konsentrasi Kadmium pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Surabaya dan Madura. *Jurnal Penelitian Hayati* 4F:62-64.
- Cappenberg, H.A.W. 2008. Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau. *Jurnal Oseana*, 23(1):33-40.
- Connel, D.W. 1995. *Bioakumulasi Senyawaan Xenobiotik*. UI Press. Jakarta. 231 hlm (terjemahan : Koestoer, Y. R. H).
- Connel, D.W., dan Miller, G.J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran Sumberdaya*. UI- Press. 520 hlm. (terjemahan : Koestoer, Y.R.H).
- Fachrul, M.F. 2006. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 198 hlm.
- Hendrarto, B. 2006. *Metode Kuantitatif Ekologi sumberdaya Perairan. Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro, Semarang, 47 hlm.
- Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup :02/Men. KLH/I/1988. *Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Kantor Menteri Negara KLH, 1988.

- Mangkoedihardjo, S dan Samudro, G. 2009. *Ekotoksikologi Teknosfer*. Penerbit Guna Widya. Surabaya. 337 hlm.
- Mason. C.F. 1981. *Biology of Freshwater Pollutan*. Longman Singapore Publisher Ltd. 121p.
- Palar, H.1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 152 hlm.
- Prihartini, D. 2006. Estimasi Umur Optimum Kerang Hijau (*Perna viridis*, L.) yang Dibudidayakan di Muara Kamal Teluk Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. 81 hlm.
- Rudiyanti, S. 2009. *Biokonsentrasi Kerang Darah (Anadara granosa Linn) Terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) yang terkandung dalam media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal*. Makalah Seminar Nasional Perikanan Expo 2009.
- Sarwono, J., dan Budiono, H. 2012. *Statistik Terapan Aplikasi untuk Riset Skripsi, Tesis dan Disertasi, menggunakan SPSS, Amos dan Excel*. PT. Gramedia, Jakarta. 352 hlm.
- Standar Nasional Indonesia. 2009. Batas Maksimum Logam Berat dalam Pangan. SNI 7387. 2009. Badan Standar Nasional (BSN).
- Suprpto, D. 2011. *Ekofisiologi Bivalvia, Ekologi dan Konsumsi Oksigen*. Undip Press, Semarang, 84 hlm.
- Wardani, A.D., Kusuma. N.K, Dewi, dan N.R Utami. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Unnes Journal of Life Science*, 3 (1): 1-6.
- Zulmadara, L. 2009. Kajian Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Air, sedimen, dan Kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pantai Semarang Jawa Tengah. *Tesis*. Program Pascasarjana Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro. Semarang. 153 hlm