

**KORELASI KADAR ION LOGAM Pb TERHADAP KONSENTRASI PROTEIN PADA
KERANG KOPAH (*Gafrarium tumidium*) yang DIAMBIL di PESISIR BONTANG,
KALIMANTAN TIMUR**

***CORRELATION OF Pb METAL ION LEVELS ON PROTEIN CONCENTRATION IN CRUSH
CONSTRUCTION (*Gafrarium tumidium*) TAKEN IN THE COAST OF BONTANG,
EAST KALIMANTAN***

Damianus Develistur Corebima*, Rudi Kartika, dan Noor Hindryawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*E-mail: damiancb@yahoo.co.id

Received: 07 November 2019, Accepted: 10 August 2020

ABSTRACT

Research on the correlation of Pb metal ion levels to protein content in crush clams (*Gafrarium tumidium*) taken at the coast of the East Kalimantan Rhino Estuary has been conducted. This study aims to determine the levels of Pb metal ions and protein levels in blood clams based on the size and location of different samples. Correlation of Pb metal ion levels and protein in blood clams was tested using the Least Square method and Pearson product moment. Analysis of Pb metal ion levels using SSA (Atomic Absorption Spectrophotometer) and protein content analysis using the Kjeldahl method. In this study, the Pb metal ion level was obtained at the public port of Tanjung Limau, PPI Tanjung Limau and beach Lallo Sekangat with an average of 0.7474 mg/L, 0.5513 mg/L, and 0.2804 mg/L respectively. Crush clam protein content at Tanjung Limau, PPI Tanjung Limau and beach Lallo Sekangat with an average of 19.6544%, 14.6902% and 10.9135% respectively. The correlation of Pb metal levels to protein levels in crush clams (*Gafrarium tumidium*) was stated positively with coefficient correlation results was strong ($r = 0.7910$).

Keywords: *Metal Pb, Protein, Crush clam (*Gafrarium tumidium*).*

PENDAHULUAN

Kota Bontang merupakan salah satu kota yang ada di provinsi Kalimantan Timur. Bontang menjadi salah satu kota yang memiliki sumber alam yang melimpah, hal ini di dukung dengan keberadaan perusahaan serta industri yang berada di kota bontang.

Pengaruh pencemaran lingkungan yang sering terjadi ditentukan pada air laut salah satu adalah timbal yang disebut juga sebagai unsur logam berat [1]. ion logam Pb yang diakibatkan dari transportasi yang disebabkan oleh ada kegiatan industri dan aktivitas masyarakat yang berada disekitar pelabuhan dan pesisir pantai. Salah satu biota laut yang digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan adalah kerang kopah (*Gafrarium tumidium*). Kerang yang hidup di air tawar maupun di air laut dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan oleh logam. Hal ini disebabkan karena habitat

hidupnya yang menetap atau sifat bioakumulatif yang paling baik terhadap logam berat di perairan, karena banyak dikonsumsi oleh manusia maka sifat bioakumulatif inilah yang harus di waspadai bila dikonsumsi terus menerus karena dapat menyebabkan keracunan [2].

Timbal (Pb) yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan. Umumnya jalur buangan daribahan sisa perindustrian yang menggunakan Pb dapat merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya [3]. Timbal dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan alami sebagai dampak dari aktivitas manusia [4]

Selain dari pada itu, dalam masalah indikator biologis ada suatu pengertian yang disebut dengan *Biological Magnification*, yaitu pelipatan kandungan bahan pencemar oleh organisme yang tingkatannya lebih tinggi. Pelipatan bahan pencemar di dalam organisme dapat terjadi karena organisme secara tetap mengkonsumsi bahan buangan (bahan pencemar) kemudian diakumulasi dalam tubuhnya sehingga makin lama konsentrasi bahan pencemar (bahan buangan) di dalam tubuhnya makin besar [5]

Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya. Sebesar 5-15% orang dewasa mengabsorpsi Pb dari keseluruhan Pb yang dicerna dan besar 41,5% anak-anak mengabsorpsi Pb lebih [6]

Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar ion logam Pb dan analisis kandungan protein pada kerang kopah (*Gafrarium tumidium*), yang berada di Bontang serta melihat adanya korelasi antara kadar ion logam Pb terhadap kandungan protein yang dikandung oleh kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) di sekitar Bontang, Kalimantan Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: peralatan sampling, GPS (*Geographic Position System*), Satu rangkaian alat Kjehdal, pipet volum, batang pengduk, pipet tetes, beaker gelas, corong kaca, Erlenmeyer, serangkaian alat destruksi kering (*Wet Digester*), satu unit AAS, buret, Neraca analitik, lumping, alu, spatula, klem dan statif, kertas lakmus merah, labu ukur, botol sampel, kertas saring corong *Buchner*, kertas membran *milipore*, cawan porselin.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerang kopah (*Gafrarium tumidium*), Air laut, Sedimen, Asam Sulfat pekat (H_2SO_4), Asam Nitrat pekat (HNO_3), Asam Borat (H_3BO_3), Natrium Hidroksida ($NaOH$), Asam Klorida (HCl), Indikator *Tashiro* (indikator campur), Selenium, Air suling dan Standar logam Pb.

Prosedur Penelitian

Persiapan Sampel

Kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) diambil dan dibersihkan dengan akuades. Kerang kopah diambil pada titik pengambilan PLT, PT, PLS, kemudian dikumpulkan dan diklasifikasikan berdasarkan perbedaan berat, kerang kopah kecil dengan berat (0,5 - 1,0) gr, kerang kopah sedang (1,5

- 2,0) gr, kerang kopah besar (2,5 - 3,0) gr. Kemudian ditimbang daging kerang kopah sebanyak 1 gr untuk analisis kadar logam dan sebanyak 1 gr untuk analisis protein.

Pembuatan standar logam Pb

Pembuatan larutan baku timbal (Pb) 100 mg/L

Larutan induk Pb 1000 mg/L dipipet sebanyak 10 mL lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas labu ukur sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 mg/L.

Pembuatan larutan baku timbal (Pb) 10 mg/L

Larutan induk Pb 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas labu ukur sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 mg/L.

Pembuatan deret variasi konsentrasi Pb

Pembuatan larutan dilakukan dengan deret variasi konsentrasi (0,2; 0,4; 0,8; 1,2; dan 1,6) ppm, dengan cara dipipet masing-masing (1, 2, 4, 6, dan 8) mL larutan Pb konsentrasi 10 mg/L, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan akuades hingga batas tera.

Analisis kadar logam Pb pada air laut dan sedimen

Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS) diatur dan dioptimalkan, dimana optimasi alat AAS yang dilakukan dengan cara dihidupkan dan dipanaskan selama kurang lebih 5 sampai 10 menit. Setelah itu dimasukkan larutan sampel standar ke dalam alat AAS untuk dianalisa. Sedangkan sampel sedimen diambil 1 gr terlebih dahulu kemudian didestruksi menggunakan alat *Wet Digester*. Setelah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan akuades dalam labu ukur 25 mL. Sampel siap untuk diukur absorbansinya dengan panjang gelombang resonansi yang dapat dipakai pada penentuan kadar timbal yaitu 283 nm.

Analisis Pb pada daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*)

Tahap destruksi kering

Disiapkan cawan porselin yang sudah bersih sesuai banyaknya sampel. Sampel kerang kopah yang telah dikeringkan dan ditimbang sebanyak ± 1 gr dan dimasukkan ke dalam cawan porselin. Kemudian dipanaskan dalam *Wet Digester* sampai suhu $600^\circ C$ selama 100 menit sehingga terjadi proses pengabuan. Sampel yang telah menjadi abu kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan $HNO_3(p)$ 5 mL hingga larut. Abu yang telah menjadi larutan hitam

dipindahkan dalam labu takar ukuran 50 mL kemudian dilarutkan hingga tanda tera dengan akuades. Cairan dikocok hingga homogen dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Sampel kemudian disaring dengan Corong *Buchner* dan *milipore* membran dengan bantuan pompa vakum. Larutan sampel siap untuk dilakukan analisis (AAS).

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Persiapan instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)* diatur dan dioptimalkan, di mana optimasi alat AAS yang dilakukan dengan cara dihidupkan dan dipanaskan selama kurang lebih 5 sampai 10 menit. Setelah itu dimasukkan larutan sampel standar ke dalam alat AAS untuk dibuat deret kurva standar. Kemudian dimasukkan larutan sampel kerang yang siap dianalisa. Diukur absorbansinya dengan panjang gelombang resonansi yang dapat dipakai pada penentuan kadar Pb yaitu 283,3 nm masing-masing sampel dilakukan pengulangan 2 kali.

Pengukuran kadar logam Pb secara perhitungan konsentrasi logam Pb daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*)

Perhitungan konsentrasi logam Pb dalam sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis lurus. Setelah didapat nilai konsentrasi Pb yaitu hasil dari kurva kalibrasi, dihitung konsentrasi Pb per berat basah sampel dengan rumus (1).

$$C = \frac{Vxc}{m} \quad (1)$$

Dimana :

C : Konsentrasi Pb per berat basah sampel (mg/kg)

V : Volume Pengenceran akhir

c : Konsentrasi Pb, dari kurva kalibrasi (mg/L)

m : Berat sampel (gram)

Analisis kadar protein dengan metode Kjeldhal

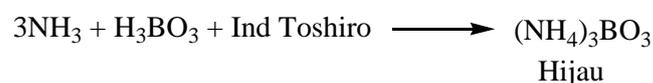
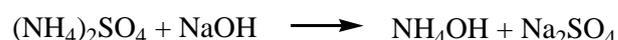
Destruksi

Sampel daging kerang darah yang telah dibersihkan dan ditimbang sebanyak ± 1 gram kemudian dimasukkan *Tube*. $H_2SO_4(p)$ sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam *Tube* secara perlahan melalui dinding tabung dan ditambahkan katalis selenium sebanyak 1 gram. Sampel yang telah tersedia pada *Tube* dimasukkan dalam alat destruksi. Pada tahapan destruksi sampel pada *Tube* dipanaskan secara bertahap hingga berubah menjadi kuning kehijauan yang mengandung $(NH_4)_2SO_4$.

Destilasi

Sampel hasil destruksi $(NH_4)_2SO_4$ kemudian didestilasi. Proses destilasi dilakukan secara otomatis oleh instrumen dengan mengalirkan air panas pada

Tube yang berisi sampel. Hasil destilat berupa gas amonia (NH_3) yang melewati proses pendinginan sehingga menjadi ammoniak cair yang mengalir ke labu Erlenmeyer yang berisi campuran larutan indikator *Tashiro* (3 tetes) dan asam Borat 10 mL. Destilasi dilakukan secara terus menerus hingga amonia pada sampel habis menguap. Indikasi uap amonia menggunakan kertas lakmus merah. Jika kertas lakmus tidak berubah menjadi berwarna biru maka proses destilasi dapat dihentikan karena sudah dapat dipastikan ammonium hidroksida (NH_4OH) telah habis menguap. Destilat berikatan dengan asam borat sehingga membentuk ammonium borat $(NH_4)_3BO_3$ berwarna kuning kehijauan.



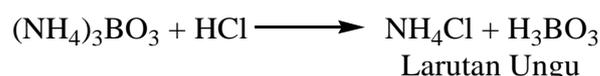
Gambar 1. Reaksi pembentukan ammonium borat.

Standarisasi HCl 0,1 M dengan menggunakan larutan baku Na_2CO_3

Larutan HCl 0,1 N dititrasikan menggunakan larutan baku NaOH 0,1 N dengan *phenolphthalein* sebagai indikator (penentu perubahan warna). Indikasi titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna dari bening menjadi kuning hingga merah. Dilakukan sebanyak 3 kali (*Triplo*). Didapatkan volume rata-rata titrasi. Dihitung konsentrasi sebenarnya dari volume titrasi yang didapat.

Titrasasi

Sampel hasil destilasi larutan bening kehijauan $(NH_4)_3BO_3$ kemudian dititrasikan dengan larutan HCl 0,1M titik akhir titrasi ditandai perubahan warna bening kehijauan menjadi bening keunguan yang menandakan amonia berikatan dengan Cl- membentuk larutan ammonium klorida.



Gambar 2. Reaksi ammonium borat dan asam klorida.

Kemudian dihitung sebagai %N total. Dengan menggunakan rumus (2).

$$\%N = \frac{N_{HCl} \times Ar \times Volume \text{ Titrasi}}{1000 \times gr \text{ Sampel}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Nitrogen} \times 6.25 \quad (3)$$

Teknik analisis data

Dibuat grafik korelasi antara kadar protein dan kadar logam Pb pada kerang kopah, untuk menarik garis lurus diperlukan persamaan $y = a + bx$ dan korelasi diketahui dari nilai koefisien korelasi (R). Untuk memperoleh nilai koefisien korelasi antara kadar protein dan kadar logam Pb digunakan koefisien korelasi pearson (angka yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara dua variable), dalam menentukan koefisien korelasi pearson pada penelitian ini dapat digunakan metode *Least square* dengan rumus (4).

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{\{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) \cdot (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)\}}} \quad (4)$$

Dimana :

r = Korelasi koefisien

x = deviasi rata-rata variable X (kadar logam Pb)

y = deviasi rata-rata variable Y (kadar Protein)

Untuk menentukan keeratan hubungan/korelasi antara konsentrasi Ion logam Pb terhadap konsentrasi logam protein maka berikut ini diberikan nilai –nilai koefisien korelasi (r) sebagai patokan yaitu :

- $r = 0$, tidak ada hubungan/korelasi
- $0 < r < 0,20$, korelasi sangat rendah/lemah sekali
- $0,20 < r < 0,40$, korelasi rendah/lemah tapi pasti
- $0,40 < r < 0,70$, korelasi yang cukup berarti
- $0,70 < r < 0,90$, korelasi yang tinggi ; kuat
- $0,90 < r < 1,00$ korelasi sangat tinggi; kuat sekali; dapat diandalkan
 $r = 1$, korelasi sempurna

Tabel 1. Variasi ukuran sampel pada titik pengambilan sampel.

Lokasi	Kode sampel
Pelabuhan Tanjung Limau	PTL 1
	PTL 2
	PTL 3
PPI Tanjung Limau	PT 1
	PT 2
	PT 3
Pantai Lallo Sekangat	PLS 1
	PLS 2
	PLS 3

Keterangan :

- (PLT 1) = Sampel Berukuran Kecil
- (PLT 2) = Sampel Berukuran Sedang
- (PLT 3) = Sampel Berukuran Besar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan diawali dengan pemilihan lokasi dengan melakukan pengamatan di lapangan dengan tujuan meninjau lokasi yang memiliki aktivitas masyarakat baik aktivitas industri maupun aktivitas masyarakat lain yang diindikasikan memiliki potensi dalam pencemaran logam ion Pb pada wilayah pesisir di tiga lokasi yang telah ditentukan yaitu di Pelabuhan Tanjung Laut, PPI Tanjung Limau dan Pantai Lallo Sekangat kemudian mencatat koordinat yang tertera pada *GPS*.

Kadar Logam Pb Pada Air Laut dan Sedimen

Hasil pengukuran air laut dan sedimen pada tiga lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil uji terhadap kadar logam Pb pada air laut dan sedimen di Bontang menunjukkan bahwa potensi untuk sebaran logam Pb pada 3 lokasi pengambilan sampel mengindikasikan adanya aktivitas yang berdampak pada meningkatnya konsentrasi logam Pb berlebih pada lokasi disekitar perairan Bontang.

Hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada air laut seperti yang terdapat di Tabel 2 dimana di lokasi 1 yaitu Pelabuhan umum Pelabuhan Tanjung Laut, menunjukkan konsentrasi sebesar 0,0553 mg/L kemudian hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada air laut di lokasi ke 2 yaitu PPI Tanjung Limau menunjukkan konsentrasi yaitu sebesar 0,7688 mg/L dan hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada air laut di lokasi 3 yaitu Pantai Lallo Sekangat didapatkan konsentrasi sebesar 0,017 mg/L sedangkan Hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada sedimen seperti yang terdapat di tabel 2 dimana di lokasi 1 yaitu 1,1212 mg/L dimana menunjukkan konsentrasi paling besar, kemudian hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada sedimen di lokasi 2 yaitu PPI Tanjung Limau menunjukkan konsentrasi yaitu sebesar 0,7866 mg/L dan hasil pengukuran konsentrasi ion logam Pb pada sedimen di lokasi 3 yaitu Pantai Lallo Sekangat didapatkan konsentrasi sebesar 0,2492 mg/L dimana hasil konsentrasi ion logam Pb yang didapat pada sampel air laut dan sedimen semuanya berada di atas baku mutu yang ditentukan.

Menurut Undang-undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat (14) menyebutkan bahwa, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan [7].

Tabel 2. Data hasil analisa konsentrasi ion Pb pada air laut dan sedimen.

Lokasi	Konsentrasi rata – rata logam Pb pada air laut (mg/L)	Konsentrasi rata – rata logam Pb pada Sedimen (mg/L)
Pelabuhan Tanjung Laut LU: 00°06'51,738" BT: 117°29'30,366"	0,0053	1,1212
PPI Tanjung Limau LU: 00°09'02,688" BT: 117°29'25,106"	0,0365	0,7866
Pantai Lallo Sekangat LU: 00°04'05,668" BT: 117°28'19,897"	0,017	0,2492

Konsentrasi Ion Pb pada Kerang Kopah (*Gafrarium tumidium*)

Hasil analisa konsentrasi logam Pb yang terdapat Kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) yang diperoleh dari 3 lokasi pengambilan sampel yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil konsentrasi logam Pb pada kerang kopah yang diambil pada 3 titik menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi logam pada sampel dengan ukuran tubuh kecil hingga besar yang menunjukkan ukuran tubuh

dari kerang kopah berpengaruh pada tingkat konsentrasi logam Pb yang terakumulasi di dalam daging kerang kopah.

Hasil konsentrasi logam Pb pada kerang kopah yang diambil pada 3 titik menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi logam pada sampel dengan ukuran tubuh kecil hingga besar yang menunjukkan ukuran tubuh dari kerang kopah berpengaruh pada tingkat konsentrasi logam Pb yang terakumulasi di dalam daging kerang darah.

Tabel 3. Data hasil analisis konsentrasi ion Pb pada daging kerang kopah.

Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Konsentrasi logam Pb (mg/ L)	Konsentrasi logam Pb Rata-rata (mg/ L)
Pelabuhan Tanjung Laut LU: 00°06'51,738" BT: 117°29'30,366"	PTL1	0,6274	0,8535
	PTL2	0,8448	
	PTL3	1,0883	
PPI Tanjung Limau LU: 00°09'02,688" BT: 117°29'25,106"	PT1	0,3922	0,6445
	PT2	0,6233	
	PT3	0,9182	
Pantai Lolla Sekangat LS: 00°04'05,668" BT: 117°28'019,897"	PLS1	0,2328	0,3786
	PLS2	0,3176	
	PLS3	0,5855	

Keterangan :

- (1) = Sampel Berukuran Kecil (1-1,5) cm
- (2) = Sampel Berukuran Sedang (1,6-2,5)
- (3) = Sampel Berukuran Besar (2,6-3,5) cm

Banyaknya konsentrasi logam Pb pada tubuh dipengaruhi oleh tingkat beban paparan logam Pb pada kerang darah. Hasil pengukuran Logam Pb pada

titik ke 3 menunjukkan bahwa beban paparan logam Pb pada kerang kopah berukuran besar lebih tinggi.

Kandungan Protein Pada Daging Kerang Kopah (*Gafrarium tumidium*)

Dari hasil analisa didapatkan kandungan protein yang terdapat pada hewan kerang kopah

(*Gafrarium tumidium*) yang diperoleh dari 3 lokasi daapt dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil analisis kandungan protein daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) pada semua lokasi pengambilan sampel.

Lokasi Pengambilan Sampel	Kode Sampel	Konsentrasi Protein (%)	Protein rata-rata (%)
Pelabuhan Tanjung Laut LU: 00°06'51,738" BT: 117°29'30,366"	PTL1	18,6513	19,5644
	PTL2	19,5081	
	PTL3	20,804	
PPI Tanjung Limau LU: 00°09'02,688" BT: 117°29'25,106"	PT1	14,4559	14,6902
	PT2	14,7146	
	PT3	14,9003	
Pantai Lolla Sekangat LS: 00°04'05,668" BT: 117°28'019,897"	PLS1	10,4656	10,9135
	PLS2	10,9653	
	PLS3	11,3098	

Keterangan :

- (1) = Sampel Berukuran Kecil (1-1,5) cm
- (2) = Sampel Berukuran Sedang (1,6-2,5)
- (3) = Sampel Berukuran Besar (2,6-3,5) cm

Hasil pengukuran Protein total pada kerang kopah menunjukkan bahwa sampel ukuran besar pada titik 1, 2 dan 3 memiliki total kandungan protein terbanyak yaitu (19,5644, 14,6902 dan 10,9135)%. Sedangkan pada titik 3 total kandungan protein paling rendah terdapat pada sampel berukuran kecil yaitu 10,4656% seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

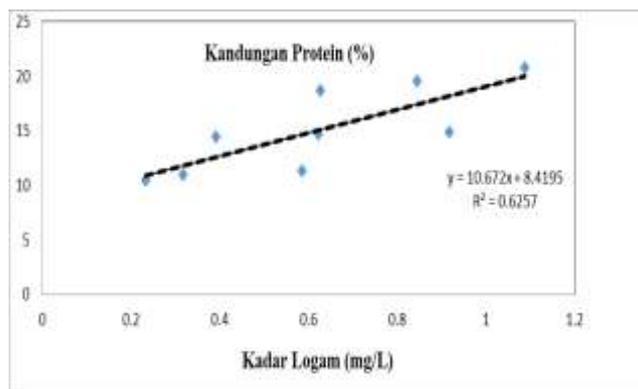
Analisa korelasi konsentrasi logam Pb terhadap kandungan protein pada daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*)

Kandungan protein pada daging kerang kopah rata-rata mengalami perubahan yang signifikan berdasarkan nilai kadar logam Pb yang terdapat pada daging kerang kopah. Pada Gambar 3 dapat dilihat korelasi yang dilakukan untuk menunjukkan adanya hubungan antara kadar logam yang terpapar terhadap peningkatan kandungan protein yang terkandung pada daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*).

Hasil pengujian menggunakan persamaan garis lurus (least square) dapat memprediksi antara keberadaan logam Pb terhadap kandungan protein yang ada pada kerang kopah. Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan linieritas yang cukup antara banyaknya

logam yang terpapar terhadap meningkatnya kandungan protein total pada sampel kerang darah yang dapat dilihat dari nilai $R^2 = 0.6257$. Kemudian korelasi antara konsentrasi logam Pb terhadap kandungan protein pada daging kerang darah diuji keeratannya hubungannya dengan menggunakan uji *Pearson product moment* dengan nilai koefisien korelasi ($r = 0,7910$). Hasil tersebut menunjukkan kerang kopah yang terpapar logam Pb berkorelasi positif terhadap kandungan protein yang terkandung didalam daging kerang kopah.

Hasil analisis korelasi menurut (Hasan, 2002) menunjukkan adanya korelasi yang sangat tinggi atau kuat sekali dengan nilai $0,70 < r < 0,90$. Hasil tersebut menunjukkan kerang kopah yang terpapar ion logam Pb berkorelasi (berhubungan) positif terhadap kandungan protein yang terkandung di dalam daging kerang kopah. Hal ini dimungkinkan karena hewan yang terpapar logam berat akan mensintesa protein yang berfungsi sebagai antibodi yang salah satu fungsinya sebagai protein pertahanan yang berfungsi dalam hal ini mengikat logam yang bersifat toksik untuk dapat bertahan hidup dalam waktu lebih lama.



Gambar 3. Persamaan garis lurus dari konsentrasi ion logam Pb dan kandungan protein pada kerang kopah (*Gafrarium tumidium*).

Protein pertahanan khusus tersebut disebut metallothionein (MT). Metallothionein dapat ditemukan disemua golongan makhluk hidup (misalnya mamalia, ikan, moluska/kerang-kerangan, zooplankton, dan fotoplankton) dan di berbagai tingkat jaringan/organ (misalnya hati, ginjal, insang, testis, usus, otot, plasma, eritrosit, sel-sel epitelial dan urine). Protein ini tersebar pada semua organisme laut, baik pada tumbuhan maupun organisme vertebrata dan invertebrata pada organisme terutama terdapat dalam hati atau hepatopankreas, insang dan ginjal.

Gugus sulfhidril (S-H) dan sulfida (S) yang terdapat pada sistein inilah yang digunakan untuk mengikat jenis logam berat salah satunya logam Pb yang masuk ke dalam bagian lunak dari kerang darah. Secara garis besar biota yang hidup pada kondisi perairan tercemar di atas ambang batas akan menghasilkan MT lebih banyak jika dibandingkan dengan organisme yang tidak terpapar logam berat secara langsung, sehingga dengan produksi metallothionein di dalam daging kerang darah tersebut, sehingga kerang darah akan cenderung meningkatkan sistem antibodinya berupa protein pertahanan untuk dapat bertahan hidup terhadap polutan-polutan di daerah yang tercemar oleh logam berat terutama pada 3 lokasi pengambilan sampel di Daerah Bontang.

KESIMPULAN

Korelasi antara kadar logam Pb dan kandungan protein pada daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) dengan nilai $r = 0,7910$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan dengan tingkat korelasi positif atau kuat, yang mengindikasikan semakin besar paparan logam Pb pada kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) maka kandungan protein pada daging kerang kopah (*Gafrarium tumidium*) meningkat seiring dengan tingginya tingkat paparan logam Pb pada daerah tercemar pesisir laut Bontang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Palar H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineke Cipta. Jakarta.
- [2] Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [3] Palar. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan Kedua, Penerbit Rineke Cipta, Jakarta.
- [4] Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Penerbit: Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- [5] Hefni E. 2003. *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Yogyakarta.
- [6] Widowati W., Sastiono A., Jusuf R. 2008. *Efek Toksik Logam (Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran)* Edisi I. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [7] Santosa R. W. 2013. Dampak Pencemaran Lingkungan Laut Oleh Perusahaan Pertambangan terhadap Nelayan Nasional. *Lex Administratum*. I(2):65-78.