

PENGARUH KONSENTRASI ION Pb (II) TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN PADA KERANG KEPAH (*Macra violacea*) DI DAERAH TERCEMAR PULAU TARAKAN KALIMANTAN TIMUR

THE INFLUENCE OF Pb (II) ION CONCENTRATION ON PROTEIN CONTENT IN MUSSEL SHELLS (*Macra violacea*) IN CONTAMINATED AREA OF TARAKAN ISLAND EAST KALIMANTAN

Faisal Tanjung*, Rudi Kartika, Noor Hindryawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail: faisalical135@gmail.com

Received: 20 August 2018, Accepted: 25 August 2018

ABSTRACT

The researched about the correlation level of metal lead (Pb) towards the protein content of mussel shells (*Macra violacea*) had been done. This research was taken in the coastal water of Tarakan, North Borneo. The research aimed to know concentration of ion (Pb) and protein content of mussel shells (*Macra violacea*) based on the size and location of the different sampling. Afterwards, the lead (Pb) metal and protein were correlated using Least Square method. Analysis of concentration of Pb ion was performed by using AAS (Atomic Absorption Spectrofotometry) and analysis of protein content using Kjehdal method. From this research, it was found the concentration of Pb ion on point 1 is by an average of 0.7220 mg/L, on point 2 is by an average of 0.7433 mg/L and point 3 is by an average of 0.9208 mg/L. It is also found the content protein of mussel shells (*Macra violacea*) on point 1 is by an average of 19,9883%, on point 2 it was found the average of protein content of 21.7714% and point 3 by an average 22.8664%. The correlation concentration of Ion Pb towards protein conten on kerang kepah (*Macra violacea*) symbolized as $r = 0.8448$.

Keywords: *Pb Ion, Protein, Mussel Shells (Macra violacea)*

PENDAHULUAN

Wilayah Kalimantan terdiri dari beberapa pulau, salah satunya adalah pulau Tarakan, yang terletak pada provinsi Kalimantan utara dengan kondisi alam dan iklim yang hampir tidak banyak mengalami perubahan sepanjang tahun. Pulau Tarakan menjadi salah satu pulau yang memiliki sumber alam yang melimpah untuk wilayah Kalimantan utara, hal ini didukung dengan keberadaan perusahaan serta industri yang berada di pulau Tarakan.

Daerah pantai dan pesisir pulau Tarakan yang sangat strategis tersebut sangat banyak dimanfaatkan sebagai pelabuhan baik yang bersifat umum maupun dipergunakan oleh beberapa perusahaan, dapat dilihat dari proses eksplorasi dan eksploitasi minyak mentah dan kayu yang dilakukan melalui transportasi air. Selain itu pencemaran pesisir juga dapat diakibatkan oleh aktivitas masyarakat yaitu adanya hilir mudik penyebrangan ke luar daerah setiap harinya yang dilakukan menggunakan transportasi air dan hasil pembuangan dari limbah rumah tangga yang

langsung di buang ke arah lepas pantai. Dari berbagai kegiatan aktifitas yang terdapat di daerah perairan tersebut, sangat berpotensi menimbulkan adanya suatu pencemaran logam berat pada sektor perairan [1-6].

Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar ion logam Pb dan analisis kandungan protein pada kerang kepah (*Macra violacea*), yang berada di pesisir pulau Tarakan serta melihat adanya korelasi antara kadar ion logam Pb terhadap kandungan protein yang dikandung oleh kerang kepah (*Macra violacea*) di sekitar pesisir Pulau Tarakan Kalimantan Utara.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: peralatan sampling, GPS (*Geographic Postion 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 kepah (*Mactra violacea*), Air laut, 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

Penyiapan sampel

Kerang kepah (*Mactra violacea*) diambil dan dibersihkan dengan aquades. Kepah pada titik pengambilan A1, B1, C1, kemudian dikumpulkan dan diklasifikasikan berdasarkan perbedaan berat, kepah kecil dengan berat (0,5 - 1,0) gr, kepah sedang (1,5 - 2,0) gr, kepah besar (2,5 - 3,0) gr. Kemudian ditimbang daging kerang kepah 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 kedalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquades 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 aquades 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; 1,6; 1,8; 2) ppm, dengan cara dipipet masing-masing (1, 2, 4, 6, 8, 9 dan 10) mL larutan Pb konsentrasi 10 mg/L, dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan aquades 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 kedalam alat AAS untuk dianalisa. Sedangkan sampel sedimen diambil 1 gr terlebih dahulu kemudian didestruksi menggunakan alat *Wet Digester*. Setelah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan aquades 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 kepah (*Mactra violacea*)

Tahap destruksi kering

Disiapkan cawan porselin yang sudah bersih sesuai banyaknya sampel. Sampel kepah 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 aquades. Cairan dikocok hingga homogen dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Sampel kemudian disaring dengan Corong *Buchner* dan kertas saring *milipore* 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 kepah (*Mactra violacea*)

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)

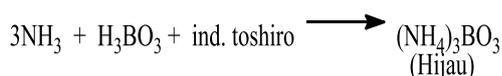
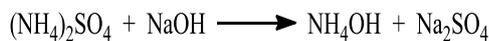
Analisis kadar protein dengan metode Kjeldhal

Destruksi

Sampel daging kerang kepah yang telah dibersihkan dan ditimbang sebanyak ±1 gram kemudian dimasukkan Tube. H₂SO_{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 (NH₃)₂SO₄.

Destilasi

Sampel hasil destruksi (NH₄)₂SO₄ kemudian didestilasi. Proses destilasi dilakukan secara otomatis oleh instrumen dengan mengalirkan air panas pada Tube yang berisi sampel. Hasil destilat berupa gas amonia (NH₃) 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 (NH₄OH) telah habis menguap. Destilat berikatan dengan asam borat sehingga membentuk ammonium borat (NH₄)₃BO₃ berwarna kuning kehijauan.



Gambar 1. Reaksi pembentukan ammonium borat

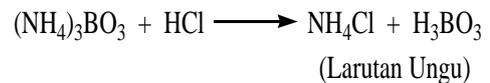
Standarisasi HCl 0,1 M dengan menggunakan larutan baku Na₂CO₃

Larutan HCl 0,1 N dititrasi menggunakan larutan baku NaOH 0,1 N dengan *phenolphatalein* 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.

Titrasi

Sampel hasil destilasi larutan bening kehijauan ((NH₄)₃BO₃) kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,1M titik akhir titrasi (TAT) ditandai perubahan warna bening kehijauan menjadi bening keunguan yang menandakan ammonia berikatan dengan Cl⁻ membentuk larutan ammonium klorida.



Gambar 2. Reaksi antara ammonium borat dan asam klorida

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

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{N \text{ HCl} \times Ar \text{ Nitrogen} \times V \text{ Titrasi}}{1000 \times G \text{ (berat sampel)}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Nitrogen} \times 6,25 \quad (3)$$

Teknik analisis data

Dibuat grafik korelasi antara kadar protein dan kadar logam Pb pada kerang kepah, 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).

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

Dimana:

r : korelasi koefisien

x : deviasi rata-rata variabel X (kadar logam Pb)

y : deviasi rata-rata variabel Y (kadar protein)

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.

- (C1) = Sampel Berukuran Besar

Tabel 1. Variasi ukuran sampel pada titik pengambilan sampel

Lokasi	Kode Sampel
Pelabuhan Umum Tengkayu	A1
	B1
	C1
Dermaga Perusahaan PT. Idec Persero	A2
	B2
	C2
Dermaga Perusahaan PT. Kayan	A3
	B3
	C3

Keterangan:

- (A1) = Sampel Berukuran Kecil
- (B1) = Sampel Berukuran Sedang

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 aktifitas masyarakat lain yang diindikasikan memiliki potensi dalam pencemaran logam Pb pada wilayah pesisir di tiga lokasi yang telah ditentukan yaitu dermaga perusahaan PT. Idec, dermaga pelabuhan umum Tengkayu dan Dermaga perusahaan PT. Kayan 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 pulau Tarakan 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 laut pulau Tarakan.

Tabel 2. Data hasil analisis konsentrasi Ion Pb pada air laut

Lokasi	Konsentrasi Rata-rata logam Pb pada Air laut (mg/L)	Konsentrasi Rata-rata logam Pb pada Sedimen (mg/L)
Dermaga Perusahaan PT. Idec LU:03°45'18,627" BT:117°85'10,559"	0.373	0.623
Dermaga Pelabuhan Umum Tengkayu LU:03°45'86,109" BT:117°83'41,231"	0.460	0.686
Dermaga Perusahaan PT. Kayan LU:03°45'95,846" BT:117°84'27,313"	0.470	0.723

Hasil pengukuran konsentrasi logam Pb di lokasi 3 yaitu dermaga perusahaan PT. Kayan menunjukkan konsentrasi paling tinggi sebesar 0.470 mg/L. Pada lokasi ke 2 yaitu dermaga pelabuhan umum Tengkayu didapatkan konsentrasi sebesar 0.460 mg/L. Sedangkan hasil pengukuran konsentrasi logam Pb di lokasi dermaga perusahaan PT. Idec didapatkan konsentrasi sebesar 0.373 mg/L.

Konsentrasi Ion Pb pada Kerang kepah (*Mactra violacea*)

Hasil analisa konsentrasi logam Pb yang terdapat Kerang kepah (*Mactra violacea*) yang diperoleh dari 3 lokasi pengambilan sampel yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 3. Hasil konsentrasi logam Pb pada kerang kepah yang diambil pada 3 titik menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi logam pada sampel dengan ukuran tubuh kecil hingga besar yang menunjukkan ukuran tubuh dari kerang kepah berpengaruh pada tingkat konsentrasi logam Pb yang terakumulasi di dalam daging kerang kepah.

Tabel 3. Data Hasil analisis konsentrasi lon Pb pada daging kerang kepah

Lokasi	Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi rata-rata (mg/L)
Dermaga Perusahaan PT. Idec LU:03°45'18,627" BT:117°85'10,559"	A1	0.5972	0.7220
	B1	0.6850	
	C1	0.8840	
Dermaga Pelabuhan Umum Tengkeyu LU:03°45'86,109" BT:117°83'41,231"	A2	0.6359	0.7433
	B2	0.7096	
	C2	0.8845	
Dermaga Perusahaan PT. Kayan LU:03°45'95,846" BT:117°84'27,313"	A3	0.6602	0.9208
	B3	0.8441	
	C3	1.2582	

Keterangan :

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

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

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

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

Kandungan Protein Pada Daging Kerang Kepah (*Mactra violacea*)

Dari hasil analisa didapatkan kandungan protein yang terdapat pada hewan kerang kepah (*Mactra violacea*) yang diperoleh dari 3 lokasi daapt dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil analisis kandungan protein daging kerang kepah (*Mactra violacea*) pada semua lokasi pengambilan sampel

Lokasi	Kode Sampel	Kandungan Protein (%)	Protein rata-rata (%)
Dermaga Perusahaan PT. Idec LU:03°45'18,627" BT:117°85'10,559"	A1	17.9537	19.9883
	B1	18.2177	
	C1	23.7937	
Pelabuhan Umum Tengkeyu LU:03°45'86,109" BT:117°83'41,231"	A2	19.9861	21.7714
	B2	21.8969	
	C2	23.4312	
Dermaga Perusahaan PT. Kayan LU:03°45'95,846" BT:117°84'27,313"	A3	20.9807	22.8664
	B3	22.9562	
	C3	24.6624	

Keterangan :

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

Hasil pengukuran Protein total pada kerang kepah menunjukkan bahwa sampel ukuran besar pada titik 1, 2 dan 3 memiliki total kandungan protein terbanyak yaitu (23.7937, 23.4312 dan 24.6624) %.

Sedangkan pada titik 1 total kandungan protein paling rendah terdapat pada sampel berukuran kecil yaitu 17.9537% seperti dapat dilihat pada tabel 4.

Analisis Korelasi Konsentrasi Logam Pb terhadap Kandungan Protein Pada Daging Kerang Kepah (*Mactra violacea*)

Kandungan protein pada daging kerang kepah rata-rata mengalami perubahan yang signifikan berdasarkan nilai kadar logam Pb yang terdapat pada daging kerang kepah. 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 kepah (*Mactra violacea*).

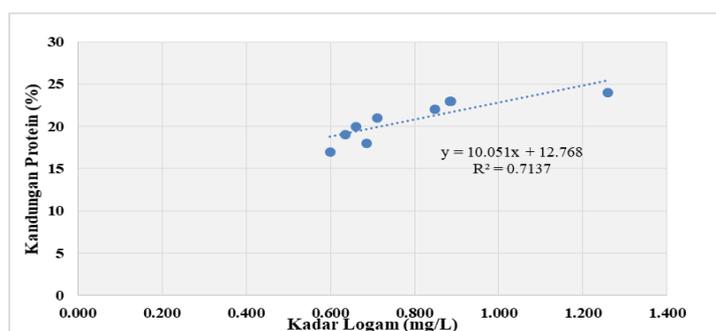
Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi (hubungan) antara banyaknya logam yang terpapar terhadap meningkatnya kandungan protein total pada sampel kerang kepah yang menghasilkan hasil linearitas sebesar ($R^2 = 0,7137$). Hasil analisis korelasi menurut (Hasan, 2002) menunjukkan adanya korelasi yang tinggi ($r=0,8448$) dimana nilai $r > 0,70 < 0,90$ menunjukkan korelasi yang tinggi atau kuat.

Hasil tersebut menunjukkan kerang kepah yang terpapar logam Pb berkorelasi positif terhadap kandungan protein yang terkandung didalam daging kerang kepah.

Protein pertahanan khusus tersebut disebut metallothionein (MT). Metallothionein dapat ditemukan di semua golongan makhluk hidup (misalnya mamalia, ikan, moluska/kerangkerangan, zooplankton dan fitoplankton) dan di berbagai tingkat jaringan/organ (misalnya hati, ginjal, insang, testis, usus, otot, plasma, eritrosit, sel-sel epitelial dan urine). Metallothionein memiliki kespesifikan

terhadap logam, dan MT hanya mengikat 1 jenis logam. Contohnya terdapat MT pengikat Cd, MT pengikat Hg, MT pengikat Pb, MT pengikat Zn dan MT pengikat logam lainnya. MT dibagi menjadi 3 dalam subfamili menurut Carpeno *et al.*, dimana dalam hal ini MT-1/MT-2 merupakan protein yang terlibat dalam homeostatis zinc dan proteksi melawan toksisitas logam berat dan stres oksidatif.

Melihat nilai korelasi yang baik dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan dari hasil analisa laboratorium bahwa hewan kerang kepah dapat bersifat sebagai hewan penyangga yang berfungsi menurunkan tingkat pencemaran logam pada badan air laut dipesisir pulau Tarakan. Sifat kerang kepah yang dapat menyerap logam dengan meningkatkan protein yang bersifat sebagai antibodi tersebut dapat dilestarikan sebagai hewan penyangga untuk kemudian dimusnahkan sebagai limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Hal ini dapat menjadi perhatian bagi masyarakat sekitar untuk membuat lingkungan yang nyaman dengan tidak merusak habitatnya sehingga memungkinkan kerang kepah tetap hidup untuk memaksimalkan kemampuan penyerapan logam pada badan air untuk mengurangi resiko akibat banyaknya sebaran dari pencemaran logam berat salah satunya logam Pb diperairan laut pulau Tarakan yang timbul dari aktivitas baik aktivitas masyarakat, domestik dan industri yang berada sekitar pesisir pulau.



Gambar 3. Korelasi Konsentrasi logam Pb dan Kandungan Protein pada Kerang kepah (*Mactra violacea*)

KESIMPULAN

Korelasi antara kadar logam Pb dan kandungan protein pada daging kerang kepah (*Mactra violacea*) dengan nilai $R^2 = 0,7137$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan dengan tingkat korelasi positif atau kuat, yang mengindikasikan semakin besar paparan logam Pb pada kerang kepah (*Mactra violacea*) maka

kandungan protein pada daging kerang kepah (*Mactra violacea*) meningkat seiring dengan tingginya tingkat paparan logam Pb pada daerah tercemar pesisir laut pulau Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amin, B. 2009. *Lokan (G. coaxans) sebagai Biomonitoring Logam Berat di Muara Sei Jang Tanjung Pinang Timur Riau*. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan.

- [2] Ansyari, R. 2011. *Penentuan Kadar Protein dan Pb pada Daging Rajungan (Portonius pelagicus)*. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman.
- [3] Bastiansyah, E. 2008. *Panduan lengkap: Membaca Hasil Tes Kesehatan*. Jakarta: Penebar Plus.
- [4] Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [5] Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [6] Dinis, M. dan Antonio, F. 2011. *Explosure Assessment to Heavy Metals*.