



Hubungan Kadar Timbal (Pb) dengan Profil Protein pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Berbasis SDS-PAGE

*Correlation between Plumbum Concentration and Protein Profile on Green Mussels (*Perna viridis*) Based on SDS-PAGE*

Sri Bura Kombongkila¹, Endang Tri Wahyuni Maharani², Aprilia Indra Kartika³

¹Program Studi DIV Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan

²Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

³Laboratorium Biologi Molekuler, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan

¹sribura.kombongkila@gmail.com, ²endangtm@unimus.ac.id, ³apriaiindrak@gmail.com

Abstrak

Kerang hijau mengandung protein tinggi, namun berada dilaut sebagai filter feeder sehingga mudah terkena paparan logam berat yang dapat beracun bagi konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk melihat adanya hubungan antara kadar timbal (Pb) dengan profil protein pada kerang hijau (*Perna viridis*). Hasil penelitian dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom menunjukkan kadar Pb pada kerang hijau rata-rata terdapat 0,254-0,323mg/kg masih dalam batas toleransi sehingga dapat dijadikan sebagai kontrol. Profil protein yang terbentuk pada sampel dengan metode SDS-PAGE yaitu Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0% sebagai kontrol terdapat 11 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05% 3 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1% 3 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2% 2 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4% 3 sub unit protein. Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi 0% sebagai kontrol terdapat 13 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05% 2 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1% 4 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2% 3 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4% 2 sub unit protein. Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0% sebagai kontrol terdapat 10 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05% 5 sub unit protein konsentrasi 0,1% 3 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2% 2 sub unit protein, konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4% 1 sub unit protein. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara logam Pb dengan protein kerang hijau yang ditandai dengan berkurangnya sub unit protein dari kontrol dengan sampel yang ditambahkan pajanan $Pb(NO_3)_2$, namun berdasarkan variasi konsentrasi Pb tidak dapat membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak sub unit protein yang hilang.

Kata kunci: Kerang hijau, Analisis kadar Pb, Ion Pb, Profil Protein.

Abstract

Green mussels contain high protein, but these organisms live in the sea with filter feeder ability so that metal pollution can accumulate in the body and it is toxic to consumers. The aim of this research to see the correlation between plumbum (Pb) levels and protein profiles in green mussels (*Perna viridis*). The results of the study using the Atomic Absorption Spectrophotometer method showed that Pb levels in green mussels had an average of 0.254-0.332mg / kg still within tolerance limits so that they could be used as controls. Protein profile that is formed in the sample using SDS-PAGE method is large green mussels with a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0% as control there are 11 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.05% 3 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.1% 3 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.2% 2 sub-units of protein, $Pb(NO_3)_2$ 0.4% concentration of 3 protein sub-units. Medium-sized green mussels with a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0% as control there are 13 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.05% 2 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.1% 4 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.2% 3 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.4% 2 sub-units of protein. Small green mussels with a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0% as a control there are 10 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.05% 5 sub-units of protein concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.1% 3 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.2% 2 sub-units of protein, a concentration of $Pb(NO_3)_2$ 0.4% 1 sub-unit of protein. The research concluded that there was a correlation between Pb metal and green mussels protein which was characterized by reduced protein subunits from the control with exposed samples, but based on variations in Pb concentration it could not prove that the higher the concentration the more subunit proteins were lost.

Keywords: Green mussels, Analysis Pb Concentration, Pb Ion, Protein Profile



PENDAHULUAN

Protein merupakan suatu zat yang sangat penting bagi tubuh. Tubuh manusia memerlukan protein untuk menjalankan berbagai fungsi yaitu membangun sel tubuh, mengganti sel tubuh, membuat protein darah, menjaga keseimbangan asam dan basa cairan tubuh, pemberi kalori serta pembuat air susu, enzim dan hormone (Irianto, 2007). Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Molekul protein mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Budyanto, 2009).

Kerang merupakan sumber protein hewani yang memiliki nilai gizi yang memiliki nilai ekonomis dan kandungan gizi yang sangat baik untuk dikonsumsi (Murdinah, 2009). Kerang dapat dibuat kerupuk, khususnya kerang hijau dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan protein hidrolisat (Abdul, 2014).

Kerang hijau merupakan salah satu komoditas dari kelompok *shellfish* yang sudah dikenal oleh masyarakat di Indonesia. Kerang tergolong benthos (*Benthic organism*) yaitu organisme yang hidup didasar perairan, menancap, merayap, dan membenamkan dirinya pada pasir atau lumpur. Kerang merupakan organisme yang hidup dengan cara menyaring makanannya atau biasa disebut *filter feeders*, namun tidak banyak bergerak akan tetapi menetap dalam cangkangnya, sehingga logam berat yang terdapat disekitarnya dapat masuk kedalam tubuh dan daging kerang tersebut (Suryono, 2013).

Salah satu logam berat yang terdapat di perairan laut adalah timbal atau sering disebut plumbum (Pb). Tingkat pencemaran logam timbal tahun 2001-2011 mengalami peningkatan signifikan baik pada air, sedimen, maupun kerang hijau (Hutagol, 2012). Sedimen di perairan Tanjung Kait (Teluk Jakarta) telah terkontaminasi oleh logam berat timbal, kadar timbal yang terdapat pada kerang bulu dan kerang hijau melebihi batas yang diperbolehkan oleh BPOM No. HK. 00.06.1.52.4011 yaitu $1,5 \mu\text{g/g}$ dalam (Emma *et al*, 2015).

Profil protein pada kerang hijau dapat diketahui dengan menggunakan elektroforesis, salah satunya dengan menggunakan metode SDS-PAGE. Pemisahan protein dengan metode SDS-PAGE bertujuan untuk memisahkan protein dalam sampel berdasarkan berat molekul. Prinsip dasar SDS-PAGE ini adalah denaturasi protein oleh *Sodium Dodecyl Sulphate* yang dilanjutkan dengan pemisahan molekul berdasarkan molekulnya dengan metode elektroforesis yang menggunakan gel, dalam hal ini digunakan *polyacrylamide* (Isniani, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar timbal (Pb) dengan profil protein pada kerang hijau.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Molekuler Universitas Muhammadiyah Semarang dengan metode SDS-PAGE dan hasil kadar timbal didukung atau diperoleh dari Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat elektroforesis protein (SDS-PAGE), mikropipet, *microtub*, *power supply*, *vortex*, sarung tangan, masker, *centrifuge*, *yellowtip*, *whitetip*, *bluetip*, *erlenmeyer*, rotator, alat penggerus, spektrofotometer, *beaker glass*, spatula. Bahan yang dibutuhkan adalah daging kerang hijau, dH_2O , polyacrilamid 30%, 1,5 M tris (pH 6,8 dan 8,8), SDS 10%, APS 10%, Temed, *bromphenol blue*, gliserin, *coomassie brilliant blue R-250*, methanol, asam asetat glasial dan $Pb(NO_3)_2$.

Prosedur penelitian :Pertama-tama dilakukan analisis kadar Pb. Hasil yang diperoleh terdapat rata-rata $0,2\text{mg/kg}$ masih dalam batas toleransi sehingga dianggap sebagai $Pb(NO_3)_2$ 0% untuk dijadikan sebagai kontrol. Sampel yang telah dipersiapkan untuk isolasi protein terlebih dahulu dipajan dengan variasi konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05%, 0,1%, 0,2% dan 0,4% selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan isolasi protein dengan cara dihaluskan pada alat penggerus dan ditambahkan dengan PBS 1x kemudian disentrifuge dan diambil



supernatannya lalu ditambahkan dengan Biorad Protein Assay. Absorbansi sampel dibaca dengan menggunakan spektrofotometer visibel panjang gelombang 595nm untuk mendapatkan total protein sampel. Selanjutnya dilakukan separasi protein sampel dengan menggunakan metode SDS-PAGE (Isniani, 2008)

Tabel 1:
Hasil analisis kadar timbal pada kerang hijau

KodeSampel	Konsentrasi Sampel	Kadar Timbal (Pb)(mg/kg)
A.1.1	0,0671	0,267
A.1.2	0,0779	0,323
B.1.1	0,0548	0,245
B.1.2	0,0535	0,255
C.1.1	0,0562	0,279
C.1.2	0,0528	0,260

Sumber: Data Sekunder, 2018

Keterangan tabel :

- A.1.1 = Kerang hijau berukuran besar 1
- A.1.2 = Kerang hijau berukuran besar 2
- B.1.1 = Kerang hijau berukuran sedang 1
- B.1.2 = Kerang hijau berukuran sedang 2
- C.1.1 = Kerang hijau berukuran kecil 1
- C.1.2 = Kerang hijau berukuran kecil 2

Hasil analisis kadar timbal (Pb) pada kerang hijau yang diperoleh dari Balai Laboratorium Kesehatan dan Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah terdapat rata-rata 0,2mg/kg.

Tabel 2:
Total protein kerang hijau

Kode Sampel	Total Protein ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)
A.2.1 (Kontrol)	2.68
A.2.2 (0,05%)	2.36
A.2.3 (0,1%)	2.07
A.2.4 (0,2%)	1.23
A.2.5 (0,4%)	0.04
B.2.1 (Kontrol)	3.65
B.2.2 (0,05%)	3.38
B.2.3 (0,1%)	2.39
B.2.4 (0,2%)	1.27
B.2.5 (0,4%)	0.31
C.2.1 (Kontrol)	2.56
C.2.2 (0,05%)	1.97
C.2.3 (0,1%)	0.62
C.2.4 (0,2%)	0.53
C.2.5 (0,4%)	0.15

Sumber : Data Primer, 2018

Keterangan tabel:

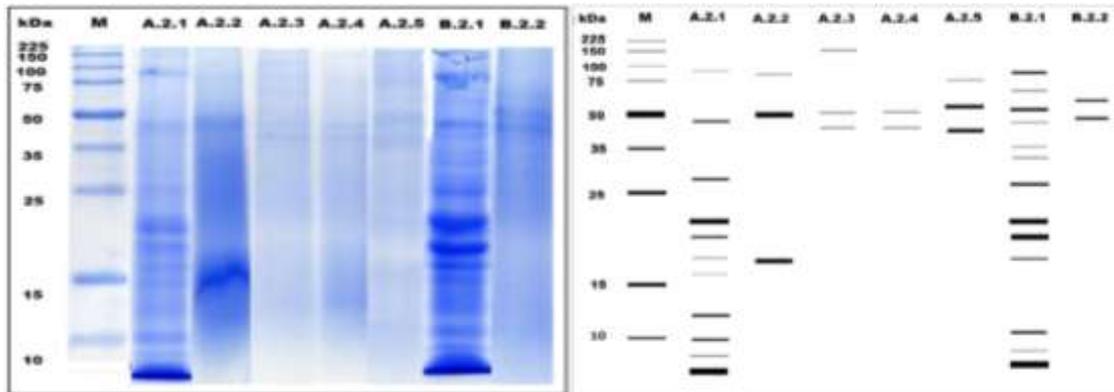
- A.2.1 :Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0% sebagai control A
- A.2.2 :Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,05%
- A.2.3 :Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1%
- A.2.4 : Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%
- A.2.5 : Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,4%
- B.2.1 : Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0% sebagai control B
- B.2.2 : Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,05%
- B.2.3 : Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1%
- B.2.4 : Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,2%
- B.2.5 : Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,4%
- C.2.1 : Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0% sebagai control C

- C.2.2 : Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05%
- C.2.3 : Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1%
- C.2.4 : Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2%
- C.2.5 :Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4%

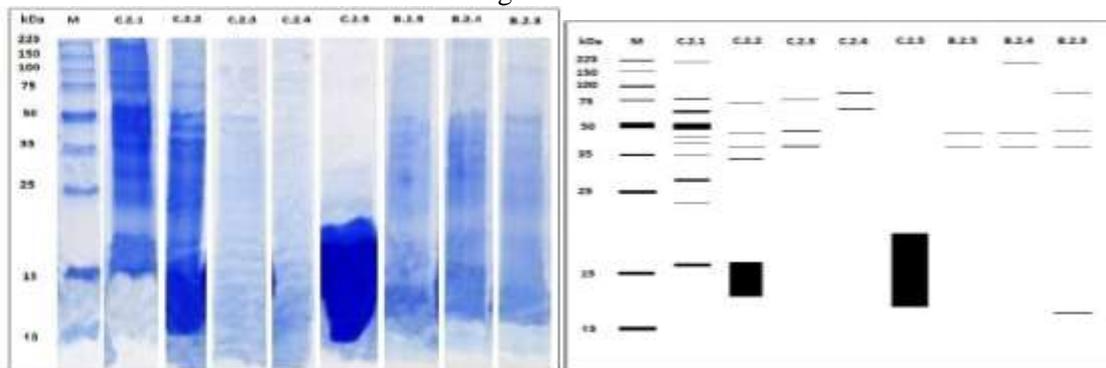
Berdasarkan tabel 2, terlihat bahwa sampel kerang hijau pada kontrol mamiliki total protein tinggi dan sampel yang dipajan $Pb(NO_3)_2$ mengalami penurunan total protein.

Hasil analisis profil protein dengan menggunakan metode SDS-PAGE sebagai berikut:

Gambar 1:
Hasil SDS-Page dan Visualisasi Gel 1



Gambar 2:
Hasil SDS-Page dan Visualisasi Gel 2



Keterangan gambar:
M = Marker , kDa = kilo Dalton

Tabel 3. Hasil analisis dan berat molekul sampel

Jenis Sampel	Band Protein	Berat Molekul (kDa)
A.2.1 (kontrol)	2 Mayor 9 Minor	31 dan 8kDa 107, 69, 40, 25, 22, 14, 11, 10, dan 9kDa
A.2.2 (0,05%)	2 Mayor 1Minor	73 dan 22kDa 107kDa
A.2.3 (0,1%)	0 Mayor 3 Minor	- 119, 69 dan 62kDa
A.2.4 (0,2%)	0 Mayor 2 Minor	- 69 dan 62kDa
A.2.5 (0,4%)	2 Mayor 1 Minor	73dan 62kDa 107kDa
B.2.1 (kontrol)	3Mayor 10 Minor	28, 23 dan 8kDa 107, 91, 73, 66, 56, 50, 40, 22, 10, dan 9kDa



B.2.2 (0,05%)	0 Mayor 2 Minor	- 102 dan 66kDa
B.2.3 (0,1%)	0 Mayor 4 Minor	- 107, 62, 55 dan 13kDa
B.2.4 (0,2%)	0 Mayor 3 Minor	- 120, 62 dan 55kDa
B.2.5 (0,4%)	2 Mayor 1 Minor	- 62 dan 55kDa
Jenis Sampel	Band Protein	Berat Molekul (kDa)
C.2.1 (kontrol)	1 Mayor 9 Minor	89kDa 128, 107, 100, 70, 48, 36, 30, 18 dan 13kDa
C.2.2 (0,05%)	1 Mayor 4 Minor	13kDa 94,62,55 dan 48kDa
C.2.3 (0,1%)	0 Mayor 3 Minor	- 107, 62 dan 55kDa
C.2.4 (0,2%)	0 Mayor 2 Minor	- 94 dan 89kDa
C.2.5 (0,4%)	1 Mayor 0 Minor	22kDa -

Sumber : Data Primer (2018)

Keterangan tabel:

- A.2.1=Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0% sebagai kontrol A
 A.2.2= Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05%
 A.2.3= Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1%
 A.2.4= Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2%
 A.2.5= Kerang hijau berukuran besar dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4%
 B.2.1=Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0% sebagai kontrol B
 B.2.2= Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05%
 B.2.3= Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1%
 B.2.4= Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2%
 B.2.5= Kerang hijau berukuran sedang dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4%
 C.2.1= Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0% sebagai kontrol C
 C.2.2= Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,05%
 C.2.3= Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,1%
 C.2.4= Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,2%
 C.2.5= Kerang hijau berukuran kecil dengan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 0,4%

Berdasarkan tabel 3, terdapat 10 sampai dengan 13 sub unit protein pada kontrol sedangkan pada sampel yang dipajan $Pb(NO_3)_2$ terdapat 2 samapai dengan 5 sub unit protein.

PEMBAHASAN

Hasil analisis kadar timbal rata-rata terdapat 0,2 mg/kg. Hasil tersebut masih dalam batas toleransi meskipun hingga saat ini timbal belum diketahui manfaatnya bagi tubuh, namun timbal masih ditoleransi dengan mempertimbangkan berat badan. Jika berat badan mencapai 60kg maka kadar timbal dapat ditoleransi sebesar 0,2142mg/hari (Yuyun, 2016). Menurut Departemen Kesehatan (2002) dalam Mirawati (2015) mengemukakan bahwa Timbal (Pb) tidak larut dalam air dan kadar yang diperbolehkan maksimum 0,005mg/L. Logam berat timbal dapat ditoleransi dalam seminggu dengan takaran 50mg/kg berat badan untuk dewasa dan 25mg/kg berat badan untuk bayi dan anak-anak. Berdasarkan ukuran sampel kerang hijau yang digunakan pada penelitian ini, tidak dapat menggambarkan perbedaan bahwa kerang hijau berukuran besar, sedang dan kecil terhadap paparan logam timbal.

Selain dilakukan analisis kadar timbal (Pb) pada kerang hijau dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), juga dilakukan isolasi protein dan elektroforesis gel *polyacrilamid* (SDS-PAGE) yang bertujuan untuk mengetahui profil protein pada kerang hijau yang ditambahkan pajanan $Pb(NO_3)_2$ dengan variasi konsentrasi 0,05%, 0,1%, 0,2%,



0,4% dan yang tidak dipajan dianggap sebagai $Pb(NO_3)_2$ 0% namun telah terpajan secara alami yang kemudian dijadikan sebagai kontrol atau pembanding. Terdapat penurunan total protein yang bertahap dari sampel kontrol dengan sampel yang dipajan $Pb(NO_3)_2$, yaitu semakin tinggi pajanan $Pb(NO_3)_2$ maka semakin rendah total proteinnya yang dapat diukur dari banyaknya N-terminal pada sampel yang terikat dengan *Biorad Protein Assay* (BPA), sedangkan profil protein yang terbentuk pada kerang hijau yang dipajan maupun tidak dipajan sangat bervariasi sehingga sulit untuk menganalisa integritas atau keutuhan dari sub unit protein dalam sampel dan juga sulit untuk menentukan hubungan antara kadar timbal dengan profil protein pada kerang hijau tersebut.

Jenis protein yang terdapat pada sub unit protein, dapat ditentukan berdasarkan berat molekulnya (Ariska, 2016). Terdapat beberapa jenis protein pada kontrol (sampel A.2.1, B.2.1, C.2.1) kerang hijau yaitu : protease (CAF, CANP) 80-110kDa, Catepsin B 25kDa, Aktin protease 22kDa, prokolagen 120kDa, desmin 55kDa, I-protein 50kDa, Haemoglobin 13kDa dan Troponin-I 23kDa. Sampel yang ditambahkan ion Pb dengan variasi konsentrasi 0,05%, 0,1%, 0,2% dan 0,4% rata-rata jenis protein yang masih bertahan adalah protease dengan berat molekul 107kDa dan desmin dengan berat molekul 55kDa. Terdapat 10 sampai dengan 13 sub unit protein pada kontrol sedangkan pada sampel yang dipajan $Pb(NO_3)_2$ terdapat 2 sampai dengan 5 sub unit protein.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pajanan $Pb(NO_3)_2$ 0,05%, 0,1%, 0,2% dan 0,4% pada kerang hijau yang direndam selama 24 jam dapat mendenaturasi protein pada kerang hijau. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Diaman (2016), mengatakan bahwa pajanan $Pb(NO_3)_2$ dengan variasi konsentrasi 0,5%, 4%, 20% dan 40% yang direndam selama 12 jam, pada konsentrasi 0,5% dan 4% terjadi denaturasi protein yang ditandai dengan sedikitnya pita protein yang muncul jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan pada konsentrasi 20% dan 40% tidak terdapat pita protein yang menunjukkan bahwa telah terjadi kerusakan pita protein dengan kata lain, protein kerang dara telah terdenaturasi secara sempurna. Menurut Sri (2012), protein yang tercampur dengan logam berat akan membentuk garam proteinat yang tidak dapat larut dalam air sehingga turun menjadi endapan, selain itu logam berat Pb dapat menarik sulfur pada protein sehingga mengganggu ikatan disulfida yang dapat menyebabkan protein terdenaturasi.

KESIMPULAN

Hasil analisis kadar timbal (Pb) rata-rata terdapat 0,2 mg/kg maka sampel kerang hijau tersebut dapat digunakan sebagai kontrol untuk dilakukan isolasi protein dengan pajanan ion Pb dengan variasi konsentrasi yaitu 0,05%, 0,1%, 0,2% dan 0,4%. Analisis profil protein kerang hijau menggunakan SDS-PAGE menunjukkan bahwa ada hubungan antara logam Pb dengan profil protein kerang hijau yang ditandai dengan berkurangnya sub unit protein dari kontrol dengan sampel yang dipajan, namun berdasarkan variasi konsentrasi Pb 0,05%, 0,1%, 0,2% dan 0,4%, tidak menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Pb maka semakin banyak sub unit protein yang hilang. Sampel kerang hijau yang tidak dipajan (kontrol) memiliki konsentrasi protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel kerang hijau yang dipajan, dimana semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah total protein.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Gapur dan Sari. 2014. Pemanfaatan Cangkang Kerang Hijau, Kerang Darah dan Remis Sebagai Katalis Heterogen Untuk Produksi Biodiesel. *Seminar Literatur*. Fak. MIPA Universitas Riau .Pekanbaru. p. 2-3.
- Ariska, Sarah. 2016. Profil Protein Lima Jenis Daging yang Direndam Buah Nanas Berbasis SDS-PAGE. *DIV Analisis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Budiyanto, Moch.A.K. 2009. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang. UMM Press.



- Emma, E. Aprianto, R. dan Musfiroh, I. 2015. Analisis Timbal pada Kerang Hijau, Kerang Bulu dan Sedimen di teluk Jakarta. *IJPTS* Vol.2.No.3:111,2015.
- Irianto, Joko Pekik. 2007. *Panduan Gizi Lengkap dan Olahragawan*. Edisi 1. Yogyakarta: Andi.
- Isniani, N. 2008. Identifikasi Profil Protein Oosit Kambing pada lama Maturasi Invitro yang Berbeda dengan SDS_PAGE. Universitas Brawijaya Malang. *J. Ternak ropika* Vol.9. No.2:60-65,2008.
- Murdinah. 2009. Penanganan dan Diversifikasi Produk Olahan Kerang Hijau. *Squalen*. Vol.4. No.2.
- Mirawati, R.A.T. 2016. Analisis Logam Berat Kromium (Cr) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo Semarang. *Journal Kelautan Tropika* Vol.20(1):48-55, 2017.
- Sri, 2012. Praktikum Reaksi Uji Protein (online), <http://ruanglingkupgurukimia.blogspot.com> (diakses pada tanggal 27 April 2018 pukul 00.00 WIB)
- Suryono, C.A. 2013. Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) terhadap *Micro Algae* pada Media Terkontaminasi Logam Berat. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol.2(41-47),2013.
- Yuyun, Yonelian. 2016. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal dan Kadmium pada Pengolahan Ikan Asin di Kabupaten Banggai Kepulauan. *Galenika Jurnal of Pharmacy* Vol. 3(1):71-76, March 2017