



## ANALISA KANDUNGAN KADAR LOGAM BERAT PADA DAGING KEPITING (*Scylla serrata*) DI PERAIRAN MUARA SUNGAI BANYUASIN

[Analysis Content Levels of Heavy Metals in the Crab Meat (*Scylla serrata*)  
in the Territorial Waters of Banyuasin's Estuaries]

Satria Rio Sandro, Susi Lestari\* , Anna Ida Sunaryo Purwiyanto

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indralaya Ogan Ilir  
Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya  
Indralaya Ogan Ilir

### ABSTRACT

Heavy metal was a pollutant because its stable and difficult to disentangle. Heavy metals in the waters of Banyuasin's estuaries alleged negative impact on crabs and other aquatic animals. To see the impact research on the analysis of heavy metal content in the crab (*Scylla serrata*), in the territorial waters of Banyuasin's estuaries. The objective of this study was to determine the content of heavy metals (Pb, Cu and Fe) in the crab meat (*Scylla serrata*) in the territorial waters of Banyuasin's estuaries. Completely randomized design was used with 3 stations treatment and each station was repeated 3 times. Parameters observed were lead (Pb), copper (Cu) and iron (Fe). The results showed that the content of lead (Pb), copper (Cu) and iron (Fe) were different at each station. The highest content of lead (Pb) was on SI 0.0073 ppm and the highest content of copper (Cu) was on S-III 0.3713 ppm. The result indicates that still safe the crab (*Scylla serrata*) to consume based on national standards Pb 0,5 mg/kg and Cu 20 mg/kg . Iron content exceeds the standards set by the Department of Health in S-II at 2.054 ppm. Results of analysis of the iron content (Fe) on crab meat in consumption should be limited according to the established standards 2 mg/kg .

**Keywords :** content of Pb,Cu,Fe, crab (*Scylla serrata*), waters of banyuasin's estuaries

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Muara Sungai Banyuasin merupakan pertemuan sungai Lalan dan sungai Banyuasin. Wilayah disepanjang kedua hulu sungai banyak digunakan sebagai lahan pertanian dan industri. Kegiatan industri pada hulu sungai Banyuasin dapat memberi dampak buruk pencemaran logam pada lingkungan perairan, terutama biota perairan. Hilir sungai banyak digunakan oleh sebagian besar penduduk sebagai tempat penangkapan ikan dan usaha keramba jaring apung atau bagan. Banyaknya kapal-kapal nelayan yang berada di bagian hilir serta kapal-kapal industri dibagian hulu yang melintasi Muara Sungai Banyuasin dapat mengakibatkan cemaran logam dari masukan bahan

bakar kapal yang mencemari perairan hingga mengendap disedimen perairan (Syarifudin, 2012).

Logam berat termasuk zat pencemar karena sifatnya yang stabil dan sulit untuk diuraikan. Banyaknya sumber logam berat di alam, meningkatkan pencemaran logam berat khususnya pada perairan yang akan terakumulasi pada rantai makanan hingga biota di perairan tersebut. Biota perairan yang telah tercemar logam berat akan mengalami gangguan pertumbuhan hingga kematian (Notohadiprawiro, 2006).

Biota perairan yang mempunyai peranan paling tinggi dalam penyerapan logam berat dalam perairan adalah jenis krustasea seperti kepiting, kerang dan beberapa jenis udang. Kepiting hidup di air laut, air tawar dan darat dengan ukuran yang beraneka ragam. Kepiting merupakan biota perairan yang di habitatnya mempunyai ketahanan hidup yang baik. Kepiting sering dijadikan sebagai

bioindikator perairan karena mampu mengakumulasi logam berat yang cukup tinggi dibandingkan dengan biota lainnya (Bambang *et al.*, 1995).

Logam Pb, Cu dan Fe ditemukan dalam perairan Muara Sungai Banyuasin. Logam Pb dan Cu pada perairan Muara Sungai Banyuasin telah melebihi nilai ambang batas pada ketiga stasiun pengambilan sampel sedangkan logam Fe dari tiga stasiun pengambilan sampel tidak melebihi ambang batas namun konsentrasi di perairan masih cukup tinggi bagi biota perairan (Purwiyanto dan Lestari 2012).

Logam berat yang berada di Muara Sungai Banyuasin diduga memberi dampak negatif bagi kepiting dan biota air karena dapat menghambat pertumbuhan hingga kematian. Untuk kepentingan keamanan pangan pada biota perairan maka dilakukan penelitian mengenai analisis kandungan logam berat pada kepiting (*Scylla serrata*) yang berada di perairan Muara Sungai Banyuasin.

## B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cu dan Fe pada daging kepiting (*Scylla serrata*) di perairan Muara Sungai Banyuasin.

## C. Hipotesis

Kepiting (*Scylla serrata*) yang berada di lokasi perairan Muara Sungai Banyuasin diduga mengandung logam berat Pb, Cu dan Fe.

## III. PELAKSANAAN PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Muara Sungai Banyuasin dan Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Palembang. Penelitian dimulai pada bulan Oktober 2012. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian di Muara Sungai Banyuasin

Keterangan :

Stasiun I (S-I) : 2°16'57,9"LS – 04°50'56,8"BT

Stasiun II (S-II) : 2°20'51,3"LS – 04°49'49,8"BT

Stasiun III (S-III) : 2°22'03,3"LS – 104°48'31,8"BT

## B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging kepiting (*Scylla serrata*), aquadest, HNO<sub>3</sub> pekat, HClO<sub>4</sub> 70%.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, penjepit tabung, pipet volume, lemari asam, *hot plate*, kertas saring, *ball pipet*, timbangan analitik, spektrofotometer serapan atom (SSA).

## C. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah untuk memperoleh data primer berupa nilai kandungan logam berat pada kepiting (*Scylla serrata*) yang diambil pada lokasi stasiun yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor perlakuan yang terdiri dari tiga taraf perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Lokasi stasiun sebagai perlakuan dan sub stasiun sebagai ulangan.

Analisis di laboratorium terhadap sampel yang diambil dari tiga stasiun S-I, S-II dan S-III adalah :

S-I : Sesudah Muara Sungai Banyuasin

S-II : Muara sungai Banyuasin berjarak 7,14 km dengan S-I

S-III : Sebelum Muara sungai Banyuasin berjarak 4,7 km dengan S-II dan 11,9 km dengan S-I

## D. Metode Penarikan Sampel

Pengambilan sampel dilokasi dibagi menjadi tiga titik stasiun yang berada di Muara Sungai Banyuasin. Setiap stasiun terdiri dari 3 sub stasiun sebagai ulangan. Sampel kemudian dianalisis di laboratorium dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

## E. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu analisis logam berat Pb, Cu dan Fe pada daging kepiting (*Scylla serrata*). Prosedur analisis Pb, Cu dan Fe dapat ditentukan sesuai dengan (AOAC, 1980) adalah sebagai berikut:

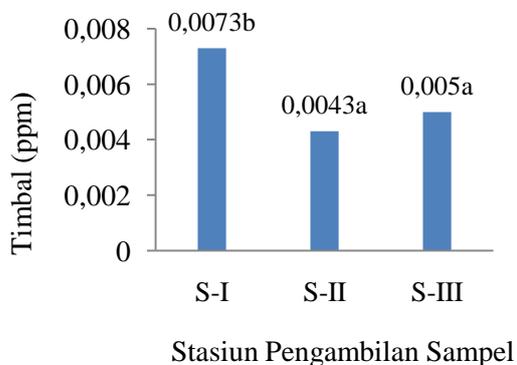
1. Sampel kepiting diambil bagian dagingnya.

2. Sampel ditimbang sebanyak 2,5 gr dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.
3. Tambahkan 25 ml  $\text{HNO}_3$  pekat ke dalam erlenmeyer dengan menggunakan *ball pipet*.
4. Panaskan sampel yang telah ditambahkan  $\text{HNO}_3$  pekat dengan *hot plate* dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 30 menit hingga mendidih sampai daging larut dalam bentuk cair, setelah itu dinginkan pada lemari asam.
5. Sampel cair yang telah dingin kemudian ditambahkan 10 ml  $\text{HClO}_4$  70% dan panaskan dengan *hot plate* dengan suhu  $100^\circ\text{C}$  hingga sampel tidak berwarna/bening, setelah itu angkat dan dinginkan.
6. Sampel disaring menggunakan kertas saring dan corong kedalam labu ukur.
7. Tambahkan *aquades* kedalam labu ukur 100 ml dengan menggunakan *ball pipet* hingga tanda garis merah.
8. Sampel diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Analisis Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) termasuk mineral mikroelemen, salah satu jenis logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik jika terakumulasi dalam tubuh mahluk hidup. Masuknya unsur timbal (Pb) ke dalam tubuh mahluk hidup dapat melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi melalui kulit (Palar, 2004). Hasil pengujian rerata kadar timbal pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan :

- a = tidak berbeda nyata
- b = berbeda nyata

Gambar 3. Kadar rerata timbal (Pb) pada kepiting (*Scylla serrata*)

Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai rerata kandungan timbal yang berbeda pada tiap stasiun penelitian. Kandungan timbal (Pb) pada kepiting yang tertinggi terdapat pada kepiting yang ditangkap di stasiun I (S-I) sebesar 0,0073 ppm sedangkan nilai kandungan timbal terendah terdapat di stasiun II (S-II) sebesar 0,0043 ppm.

Hasil analisis keragaman untuk Pb menunjukkan bahwa perbedaan stasiun pengambilan sampel kepiting di Muara Sungai Banyuasin berbeda nyata pada taraf uji 5%. Berdasarkan hasil uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa stasiun pengambilan sampel S-I berbeda nyata dengan stasiun S-II dan S-III, sedangkan S-II dan S-III tidak berbeda nyata.

Kandungan Pb yang tertinggi pada daging kepiting di perairan Muara Sungai Banyuasin terdapat pada S-I sebesar 0,0073 ppm, sedangkan pada S-II sebesar 0,0043 ppm dan 0,005 ppm pada S-III. Akumulasi Pb pada kepiting di setiap stasiun diduga karena adanya konsentrasi Pb pada sedimen perairan. Berdasarkan Purwiyanto dan Lestari (2012), kandungan logam Pb di air dan sedimen Muara Sungai Banyuasin, tertinggi terdapat pada stasiun I sebesar 0,2180 ppm, sedangkan pada S-II dan S-III masing-masing 0,0552 ppm dan 0,0914 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kandungan Pb pada kepiting S-I diduga berkaitan dengan konsentrasi Pb pada sedimen stasiun I yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun II dan III.

Akumulasi logam Pb pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin diduga oleh kebiasaan makan yang *detritivorus* yaitu pemakan organisme yang mati atau pemakan detritus (bahan organik). Berdasarkan Connell dan Miller (1995), kepiting merupakan salah satu jenis krustasea yang mampu mengakumulasi logam dalam tubuhnya. Akumulasi logam paling tinggi pada hepatopankreas.

Adanya perbedaan logam pada kepiting di tiap stasiun diduga karena sifat logam Pb yang sulit diregulasi. Menurut Darmono (1995), pada krustasea logam-logam non esensial seperti Pb, Cd dan Hg tidak dapat atau sulit diregulasi sehingga akan terakumulasi secara terus menerus, sedangkan logam esensial seperti Cu, Zn dan Mn dapat diregulasi pada konsentrasi tertentu dengan tidak terakumulasi terus menerus.

Berdasarkan Nurjanah *et al.* (1997), kandungan Pb pada kepiting dari Muara Angke Jakarta Utara yang tertinggi sebesar 3,057 ppm dan terendah 1,851 ppm. Tingginya kandungan Pb dari Muara Angke diduga karena lingkungan perairan tercemar limbah industri, bahan bakar dari lalu lintas laut dan jatuhnya dari udara yang telah

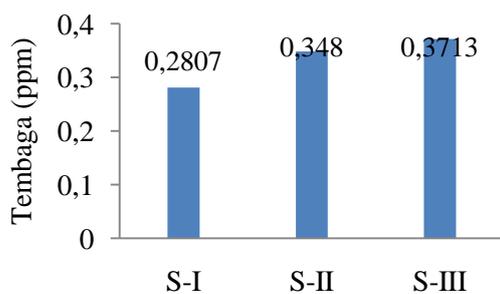
tercemar Pb. Selain itu juga disebabkan sifat dari krustasea yang dapat mengakumulasi logam dalam tubuhnya dan cara makan yang *detrivorus*. Bila dibandingkan dengan kandungan Pb pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin mempunyai angka yang relatif lebih rendah.

Pratama *et al.* (2012), kandungan logam berat Pb pada kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Muara Sungai Tapak Semarang sebesar 0,006 ppm. Keberadaan logam Pb diduga karena kerang hijau memiliki sifat *filter feeder* yaitu memakan dengan menyaring plankton dan butiran-butiran bahan organik, sehingga memungkinkan logam berat yang terlarut di perairan ikut masuk dan terakumulasi di dalam tubuh kerang hijau. Bila dibandingkan dengan kandungan Pb di Muara Sungai Tapak memiliki angka yang sedikit lebih rendah dari kadar Pb di daging kepiting dari perairan Muara Sungai Banyuasin.

Batas maksimum kandungan Pb berdasarkan SNI (BSN, 2011) adalah sebesar 0,5 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa kepiting yang terdapat pada tiga stasiun (S-I, S-II dan S-III) masih aman untuk dikonsumsi. Jadi jika kandungan Pb dalam kepiting 1 ppm artinya dalam 1 kg kepiting terdapat 1 mg Pb (Anonim, 2010).

#### B. Analisis Logam Tembaga (Cu)

Cu termasuk kedalam kelompok logam esensial. Dilihat dari kepentingan biota perairan, dalam kadar yang rendah dibutuhkan oleh organisme untuk reproduksi dan sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh. Pada manusia Cu diperlukan dalam proses fisiologis tubuh. Namun bila terjadi kekurangan Cu dalam darah dapat menyebabkan anemia, pertumbuhan terhambat dan kerusakan tulang (Bryan, 1976). Hasil pengujian rerata kadar tembaga pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin dapat dilihat pada Gambar 4.



Stasiun Pengambilan Sampel

Gambar 4. Kadar rerata tembaga (Cu) pada kepiting (*Scylla serrata*)

Hasil pengujian kandungan Cu menunjukkan perbedaan pada tiap stasiun penelitian. Kandungan Cu pada kepiting yang tertinggi terdapat pada di S-III sebesar 0,3713 ppm sedangkan kandungan Cu terendah terdapat diperoleh dari kepiting di S-I sebesar 0,2807 ppm. Hasil analisis keragaman untuk Cu menunjukkan pada stasiun pengambilan sampel kepiting di Muara Sungai Banyuasin tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Sumber pencemaran Cu diduga berasal dari daerah aliran sungai (DAS) yang membawa limbah industri batubara dan kelapa sawit di daerah aliran sungai Banyuasin, hal ini dapat memicu kandungan logam berat untuk terbawa arus sungai hingga sampai ke muara sungai. DAS di sungai Musi Banyuasin diduga membawa berbagai jenis logam terutama Cu yang terakumulasi pada kepiting di perairan muara Sungai Banyuasin, untuk lebih jelas dapat dilihat pada lampiran Gambar 1. Menurut Darmono (2001) daerah aliran sungai merupakan suatu ekosistem yang berpotensi besar untuk mengalami polusi atau pencemaran logam berat. Pencemaran dapat terjadi sebagai akibat dari berbagai kegiatan yang dilakukan dalam kawasan ini, yaitu transportasi, limbah industri, limbah rumah tangga, dan pertambangan. Komponen utama dari DAS yang berpotensi untuk tercemar adalah badan air dan sedimen (tanah), yang selanjutnya akan berpengaruh pula terhadap kualitas pertanian dan biota perairan yang berinteraksi dengan komponen-komponen yang ada dalam sistem daerah aliran sungai hingga terendap pada bagian muara sungai.

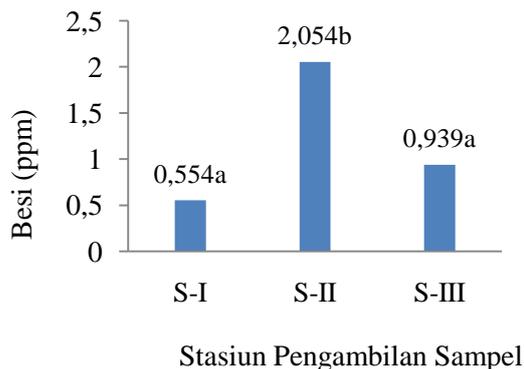
Menurut Sembiring (2004), limbah industri kelapa sawit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi, karena limbahnya mempunyai padatan dalam konsentrasi tinggi yang membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengurainya. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri kelapa sawit mempunyai kandungan logam Cu.

Berdasarkan Nurjanah *et al.* (1997), kandungan Cu pada kepiting dari Muara Angke Jakarta Utara yang tertinggi sebesar 5,008 ppm dan terendah 0,299 ppm. Azhar (2012), kandungan logam berat Cu pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*) dari perairan Muara Wedung Demak sebesar 12,2358 ppm. Keberadaan Cu dari perairan Muara Wedung diduga diakibatkan oleh adanya pencemaran kegiatan pertanian. Luasnya lahan pertanian diduga menjadi sumber logam Cu yang dibawa oleh Sungai Angin-angin yang bermuara di perairan Wedung. Bila dibandingkan, kandungan Cu pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin relatif lebih rendah.

Batas maksimum kandungan Cu berdasarkan SNI (BSN, 2011) adalah sebesar 20 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa kepiting yang terdapat pada tiga stasiun (S-I, S-II dan S-III) masih aman untuk dikonsumsi.

### C. Analisis Logam Besi (Fe)

Logam besi (Fe) sebagai elemen esensial untuk nutrisi tubuh. Fe dibutuhkan oleh organisme perairan untuk mengangkut oksigen keseluruhan jaringan tubuh dan dalam sel (Rumapea, 2009). Berdasarkan hasil pengujian kadar besi pada kepiting di Muara Sungai Banyuasin dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan :

- a = tidak berbeda nyata
- b = berbeda nyata

Gambar 5. Kadar rerata besi (Fe) pada kepiting (*Scylla serrata*)

Hasil pengujian menunjukkan rerata nilai kandungan logam berat besi (Fe) memiliki perbedaan yang nyata pada tiap stasiun penelitian. Kandungan Fe pada kepiting yang tertinggi terdapat pada S-II yakni sebesar 2,054 ppm sedangkan nilai kandungan Fe terendah terdapat pada S-I yakni sebesar 0,554 ppm.

Hasil analisis keragaman untuk Fe menunjukkan bahwa perbedaan stasiun pengambilan sampel kepiting di Muara Sungai Banyuasin berbeda nyata pada taraf uji 5%. Berdasarkan hasil uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa stasiun pengambilan sampel S-II berbeda nyata dengan stasiun S-I dan S-III, sedangkan S-I dan S-III tidak berbeda nyata.

Tingginya Fe pada kepiting S-II diduga karena letaknya di antara daratan yang berbentuk lengkungan antara S-I dan S-III. Distribusi Fe diduga dari masukan arus laut S-I dan sungai S-III yang kemudian mengendap pada dasar dan sedimen perairan. Menurut Hutagalung *et al.* (1997), logam

berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan pada sedimen, karena sifat sedimen yang lebih stabil dan cenderung menangkap logam yang masuk ke perairan.

Tingginya kandungan Fe pada S-II dapat disebabkan oleh tingginya konsentrasi logam pada bagian sedimen. Berdasarkan Purwiyanto dan Susi (2012), penelitian pada kandungan logam Fe di air dan sedimen muara Sungai Banyasin bahwa konsentrasi Fe tertinggi pada sedimen yang berada di stasiun II sebesar 19,2246 ppm. Sedangkan untuk stasiun I dan III kandungan Fe lebih rendah yaitu pada stasiun I 18,7053 ppm dan stasiun III 19,1881 ppm.

Berdasarkan Firmansyaf (2013), kandungan logam berat besi (Fe) dalam air, sedimen dan jaringan lunak kerang darah (*Anadara granosa*) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung Kabupaten Demak sebesar 8,25 mg/kg. Kerang darah di sungai Morosari dan Gonjol diduga hidup di permukaan sedimen sehingga akumulasi lebih tinggi dari air dari pada sedimen, oleh karena itu organisme yang hidup dalam perairan yang tercemar logam berat jaringan tubuhnya juga akan mengandung logam. Ini menunjukkan bahwa kandungan Fe di Muara Sungai Banyuasin relatif lebih rendah.

Pratama *et al.* (2012), kandungan logam berat Fe pada kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Muara Sungai Tapak Semarang sebesar 67,20 ppm. Keberadaan logam Fe diduga karena kerang hijau memiliki sifat *filter feeder* yaitu memakan dengan menyaring plankton dan butiran-butiran bahan organik, sehingga memungkinkan logam berat yang terlarut di perairan ikut masuk dan terakumulasi di dalam tubuh kerang hijau.

Batas maksimum kandungan Fe berdasarkan Depkes (1967 dalam Wati, 2009) adalah 2 mg/kg. Kandungan Fe pada daging kepiting yang terdapat pada S-II sedikit lebih tinggi dari standar baku mutu, untuk itu kepiting yang berada pada S-II harus dibatasi untuk dikonsumsi karena sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan, sedangkan untuk daging kepiting S-I dan S-III masih aman untuk dikonsumsi

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kandungan Pb yang tertinggi terdapat pada kepiting di stasiun I sebesar 0,0073 ppm, kandungan Cu tertinggi terdapat pada kepiting di stasiun III sebesar 0,3713 ppm dan kandungan Fe yang tertinggi terdapat pada kepiting stasiun II sebesar 2,054 ppm
2. Kandungan logam berat Pb, Cu pada kepiting di perairan muara Sungai Banyuasin tidak melebihi batas aman yang telah ditentukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) sehingga masih aman untuk dikonsumsi.
3. Kandungan logam Fe pada daging kepiting stasiun II sedikit lebih tinggi dari standar baku mutu yang diizinkan oleh Departemen Kesehatan RI, sehingga harus dibatasi untuk dikonsumsi.

## B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menganalisis jenis biota lain yang lebih rentan terhadap pencemaran serta analisis pencemaran logam pada sedimen di muara Sungai Banyuasin.

## C. Ucapan Terima kasih

Kepada Universitas Sriwijaya selaku pemberi sumber dana melalui DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) nomor : (700/023-04.2.16/2012) selama penelitian berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis Minerals in Feeds by Atomic Absorption Spectrophotometry-Official Final Action. Washington D. C.
- Azhar, H. 2012. Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung Demak serta analisis *maximum tolerable intake* pada manusia. *Journal of Marine Research*, 35-44.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Penentuan Kadar Logam Berat Pb dan Cu Pada kepiting (*Scylla serrata*) hidup untuk konsumsi. SNI. No 4108.1:2011. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bambang Y., G. Charmantier, P. Thuet and J. P. Trilles. 1995. Effect of cadmium survival and osmoregulation of various developmant stages of the shrimp *Penaeus japonicus* (*Crustacea: Deacapoda*). *Journal of Marine Biologi*, 3: 443–500.
- Connel, D.W and Miller, G.J. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistim Biologi Mahluk Hidup. Universitas Indonesia Pers. Jakarta.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia Pres. Jakarta.
- Firmansyah, D. 2013. Studi kandungan logam berat besi (fe) dalam air, sedimen Dan jaringan lunak kerang darah (*Anadara granosa linn*) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 2: 45-54.
- Hutagalung, H.P., D. S. Permana dan S.H. Riyono. 1997. Metode Analisa Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. P3O-LIPI. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Notohadiprawiro, T. 2006. Logam berat dalam pertanian.(Online).([Http://soil.faperta.ugm.ac.id.pdf](http://soil.faperta.ugm.ac.id.pdf) Diakses 02 Februari 2011).
- Nurjanah, T. Nurhayati dan E. Novianty. 1997. Analisa kandungan logam berat Hg, Pb, Cd, Cu, dan As pada beberapa jenis krustasea. *Jurnal Perikanan dan Ilmu kelautan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pratama, A. G. 2012. Kandungan logam berat Pb dan Fe pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di sungai Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Journal Of Marine Research*, 118-122.
- Purwiyanto, A. I. S. dan Susi, L. 2012. Akumulasi logam berat (Pb dan Cu) pada daging kepiting untuk keamanan pangan di perairan muara Sungai Banyuasin. Laporan

Penelitian Unggulan Kompetitif.  
Universitas Sriwijaya. Indralaya.

- Rumapea, N. 2009. Penggunaan kitosan dan polyaluminium chlorida (PAC) untuk menurunkan kadar logam besi (Fe) dan seng (Zn) dalam air gambut. Tesis S2. Universitas Sumatera Utara. (tidak dipublikasikan).
- Said, N. I. 2003. Metoda Praktis Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Air Minum. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Sembiring, T. 2004. Analisis logam transisi dalam limbah cair pabrik kelapa sawit setelah perlakuan *land application*. Jurnal Sains Kimia, 8: 15-18.
- Syarifudin, A. 2012. Kajian *sediment transport* sungai banyuasin sebagai alur rencana pelabuhan samudera tanjung api-api. (Online).  
([http://blog.binadarma.ac.id/achmad\\_syarifudin/Transpor+Sedimen.html](http://blog.binadarma.ac.id/achmad_syarifudin/Transpor+Sedimen.html). Diakses 27 Maret 2013).
- Supriatno dan Lelifajri. 2009. Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Sampel Ikan dan Kerang secara Spektrofotometri Serapan Atom. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 7: 5-8.
- Wati, H. 2009. Kandungan logam besi (Fe) dalam air dan ikan sepat (*Trichogaster trichopterus Egen*) di sungai yang melewati Kecamatan Gambut dan Aluh-aluh Kabupaten Banjar. Jurnal Biologi, 6: 26-39.