



## KANDUNGAN TIMBAL CRUSTACEA DI MUARA ANGKE DI SEKITAR TELUK JAKARTA

Maman Rumanta  
Universitas Terbuka

### ABSTRACT

*The study was conducted to observe concentration of lead on Crustacean as a marine product of Muara Angke's traditional fisherman of Jakarta Bay. Four species of Crustacean were selected as sample. Each sample was triple and collected in four sampling periods, east monsoon, transition period from east to west monsoon (transition period I), west monsoon, and transition period from west to east monsoon (transition period II). Lead concentrations of collected samples were tested using flame-AAS. The result indicated that lead concentration on meat of Crustacean was lower than the concentration on carapaces and gills. But each of the concentration was higher than maximum level proposed by CCFAC (1999). Commonly the concentration of lead on Crustacean especially on meat and gills were high during east monsoon, but low during west monsoon.*

*Key words: Crustacean, lead, Jakarta bay, Muara Angke.*

Teluk Jakarta merupakan suatu wilayah yang berada di sebelah Utara Jakarta yang mengalami pencemaran cukup berat. Keadaan tersebut terjadi karena Teluk Jakarta berada dekat Ibu Kota Indonesia yang mengalami pertumbuhan industri, penduduk, dan pemukiman yang paling pesat dibandingkan dengan daerah lainnya. Saat ini terdapat sekitar 13 sungai yang bermuara di Teluk Jakarta dan ke 13 sungai tersebut kondisi pencemarannya sangat mengkhawatirkan. Telah banyak penelitian yang memperlihatkan tingginya pencemaran logam berat di Teluk Jakarta.

Hasil penelitian Hutagalung (1994) menunjukkan bahwa kandungan timbal (Pb) pada sedimen di Teluk Jakarta cukup tinggi, yaitu antara 27,8-104,9 $\mu\text{g/g}$ ; sedangkan penelitian Diniyah (1995) menunjukkan bahwa kandungan Pb pada perairan Teluk Jakarta (1,570-1,750  $\mu\text{g/ml}$ ) telah jauh melebihi standar mutu air laut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 yang ambang batasnya adalah 0,008 $\mu\text{g/ml}$ . Keadaan ini menyebabkan hasil perikanan laut dari perairan Teluk Jakarta telah banyak mengandung logam berat yang berbahaya, terutama Pb.

Hasil perikanan laut yang berasal dari Pasar Ikan Jakarta Utara dan Muara Angke telah tercemar Pb dan pada sebagian besar sampel (84%) telah melampaui ambang batas maksimal yang diperbolehkan CCFAC (1999). Kandungan Pb pada hasil laut dalam penelitian tersebut berkisar antara 0,077-13,27  $\mu\text{g/g}$ , dengan kandungan tertinggi terdapat pada kerang-kerangan dan beberapa jenis ikan serta udang-udangan (YLKI bekerjasama dengan Fakultas Perikanan IPB dalam Nurjanah & Widiastuti, 1997).

Penelitian logam berat khususnya Pb, di Teluk Jakarta jarang dilakukan. Oleh karena itulah penelitian ini dilakukan. Dipilihnya Crustacea sebagai bahan penelitian ini karena hewan tersebut merupakan salah satu kelompok hasil laut yang banyak digemari masyarakat. Hewan ini merupakan salah satu kelompok makrozoobentos yang dapat dijadikan indikator biologis untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan Pb pada Crustacea hasil tangkapan nelayan tradisional Muara Angke di sekitar Teluk Jakarta, pasca pemberlakuan kebijakan penghapusan bensin bertimbal di Jabotabek.

## METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Crustacea yang biasa dikonsumsi masyarakat (kepiting, rajungan, udang jerbung, dan udang mantis). Jenis Crustacea yang dijadikan sampel merupakan hasil tangkapan nelayan dari perairan Teluk Jakarta yang dibeli dari nelayan tradisional Muara Angke di sekitar Teluk Jakarta. Masing-masing sampel diambil sebanyak 3 ulangan, dalam 4 periode *sampling* berdasarkan musim, yaitu Musim Timur, Musim Peralihan Timur-Barat (dalam penelitian ini disebut Musim Peralihan I), Musim Barat, dan Musim Peralihan Barat-Timur (dalam penelitian ini disebut Musim Peralihan II).

Kandungan Pb dianalisis di Laboratorium, menggunakan metode flame AAS. Caranya, setiap bagian tubuh Crustacea yang akan dianalisis kandungan Pb-nya (daging, insang, dan kerangka luar) masing-masing diambil sebanyak 5 gr. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer kering yang telah dicuci dalam asam selama satu malam. Ke dalam labu ditambahkan HNO<sub>3</sub> pekat (65%) sebanyak 15 ml dan dibiarkan semalaman (untuk melepaskan ion-ion dalam bahan), selanjutnya dipanaskan di atas pemanas (*hot plate*) selama 5-6 jam pada suhu 110 °C. Jika terlihat menghitam, ditambahkan beberapa tetes HNO<sub>3</sub> pekat (65%) sampai larutan berwarna jernih kembali, kemudian disaring dengan kertas Whatman 42 dalam labu takar 10 ml. Hasil saringan diencerkan dengan aquabides sampai tanda tera dan dikocok dengan *stirrer* hingga tercampur merata. Larutan blanko dibuat dengan cara yang sama hanya menggunakan HNO<sub>3</sub> pekat (Darmono, 1995).

Analisis data dilakukan dengan cara uji beda rata-rata kandungan Pb pada Crustacea antar bagian tubuh dan antar musim pengambilan sampel menggunakan uji analisis variansi (Anova) satu arah dilanjutkan dengan uji LSD. Jika distribusi data berdasarkan hasil uji normalitas tidak normal, maka dilakukan uji Kruskal Wallis, sedangkan jika distribusi data bersifat normal, tetapi berdasarkan uji homogenitas variansi ternyata tidak homogen dilakukan uji 't-Student (Santoso, 2000). Perangkat lunak statistik yang digunakan untuk pengolahan data tersebut adalah SPSS versi 11.5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Pb pada kepiting dan rajungan

Hasil analisis kandungan Pb pada bagian tubuh kepiting dan rajungan pada setiap periode pengambilan sampel diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Pb pada Kepiting dan Rajungan Berdasarkan Periode Pengambilan Sampel ( $\mu\text{g/g}$  Berat Basah)

Jenis Sampel	Periode Sampling	Musim Timur ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Peralihan I ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Barat ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Peralihan II ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )
Kepiting ( <i>Scylla serrata</i> )	Daging	0,743 $\pm$ 0,179 A a	0,768 $\pm$ 0,131 A a	0,470 $\pm$ 0,028 A b	0,585 $\pm$ 0,148 A ab
	Insang	2,380 $\pm$ 0,851 B# a	0,889 $\pm$ 0,221 A b##	0,904 $\pm$ 0,263 B# b#	0,991 $\pm$ 0,140 A b##
	Rangka Luar	13,487 $\pm$ 6,141 C# a	5,973 $\pm$ 1,348 B* a	5,978 $\pm$ 0,447 C## a	6,305 $\pm$ 1,187 B** a
Rajungan ( <i>Portunus pelagicus</i> )	Daging	1,173 $\pm$ 0,392 A a	0,773 $\pm$ 0,246 A ab	0,370 $\pm$ 0,077 A b**	1,904 $\pm$ 0,084 A c**
	Insang	2,703 $\pm$ 1,547 A a bd	1,008 $\pm$ 0,224 A b	0,453 $\pm$ 0,094 A c#	2,335 $\pm$ 0,136 B* d##
	Rangka Luar	9,203 $\pm$ 1,420 B** a	9,069 $\pm$ 1,335 B** a	6,282 $\pm$ 1,331 B## b*	4,836 $\pm$ 0,291 C** b*

Keterangan: \*  $p \leq 0,05$  berbeda nyata (Anova one way, LSD)

#  $p \leq 0,05$  berbeda nyata (Uji t – Student)

\*\*  $p \leq 0,01$  berbeda sangat nyata (Anova one way, LSD)

##  $p \leq 0,01$  berbeda sangat nyata (Uji t – Student)

Huruf besar (A,B,C) pada hasil uji beda menunjukkan perbedaan antar bagian tubuh hewan

Huruf kecil (a,b,c,d) pada hasil uji beda menunjukkan perbedaan kandungan Pb antar musim

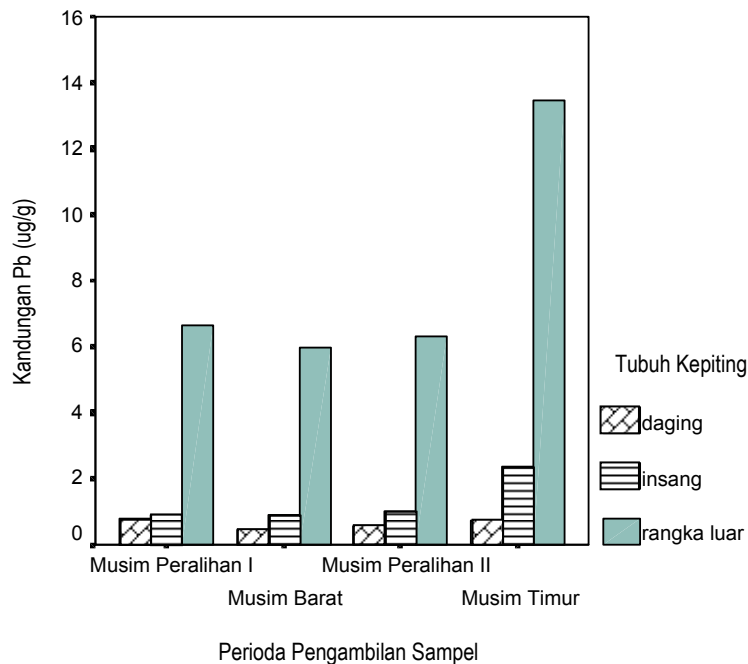
Pada Tabel 1 tampak jelas bahwa kandungan Pb pada daging kepiting dan rajungan pada setiap periode pengambilan sampel jauh lebih rendah dibandingkan kandungan Pb pada insang dan rangka luarnya. Kandungan Pb pada daging kepiting berkisar antara 0,470 $\pm$ 0,028 $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 0,768 $\pm$ 0,131 $\mu\text{g/g}$ ; sedangkan pada insang 0,889 $\pm$ 0,221 $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 2,380 $\pm$ 0,851 $\mu\text{g/g}$ ; dan pada kerangka luar kepiting 5,973 $\pm$ 1,348  $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 13,487 $\pm$ 6,141 $\mu\text{g/g}$ . Hasil uji statistik, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada kerangka luar kepiting, dalam setiap periode pengambilan sampel, secara nyata lebih tinggi dibanding kandungan Pb pada daging maupun insangnya; sedangkan kandungan Pb pada insang secara nyata ( $p \leq 0,05$ ) lebih tinggi daripada kandungannya pada daging hanya terjadi pada Musim Timur dan Musim Barat. Pada Musim Peralihan I dan II tidak terjadi perbedaan yang nyata antara kandungan Pb pada insang dan daging, namun ada kecenderungan kandungan Pb pada insang lebih tinggi dibanding kandungan Pb pada daging. Secara nyata kandungan Pb pada bagian daging dan insang Crustacea pada Musim Timur lebih tinggi dibanding kandungannya pada Musim Barat; sedangkan pada rangka luar tidak selalu signifikan, walaupun kecenderungannya tetap lebih tinggi pada musim Timur dibanding musim Barat.

Hal serupa terjadi pula pada rajungan, di mana kandungan Pb pada kerangka luar (6,282  $\pm$  1,331  $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 9,203  $\pm$  1,420  $\mu\text{g/g}$ ) secara nyata ( $p \leq 0,05$ ) lebih tinggi dibanding pada insang (0,453  $\pm$  0,094  $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 2,703  $\pm$  1,547  $\mu\text{g/g}$ ) dan daging (0,370  $\pm$  0,077  $\mu\text{g/g}$  sampai dengan 1,173  $\pm$  0,392  $\mu\text{g/g}$ ). Kandungan Pb pada insang secara nyata lebih tinggi daripada kandungannya pada daging, hanya terjadi pada Musim Peralihan II, namun pada ketiga periode pengambilan sampel lainnya, kandungan Pb pada insang cenderung lebih tinggi daripada kandungannya pada daging. Kandungan Pb pada setiap bagian tubuh rajungan (daging, insang, dan

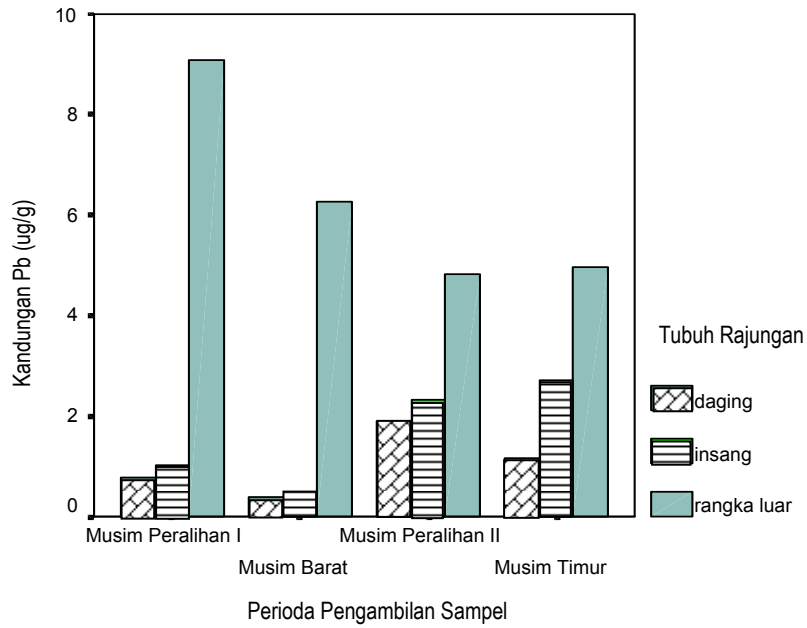
kerangka luar) pada Musim Timur secara nyata lebih tinggi daripada kandungannya pada Musim Barat.

Tingginya kandungan Pb pada kerangka luar kepiting dan rajungan dibanding kandungannya pada daging dan insang, secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pada kedua gambar tersebut tampak jelas bahwa rangka luar kepiting dan rajungan mempunyai kandungan Pb tertinggi dibanding kandungannya pada bagian daging dan insang.

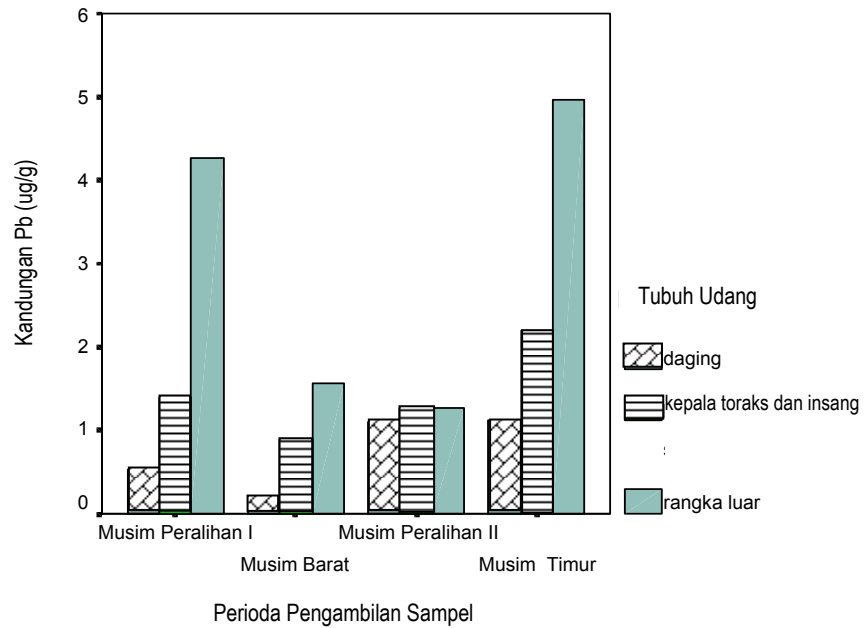
Kalau dilihat dari kelayakan konsumsi, tampak jelas bahwa kandungan Pb pada daging kepiting pada semua perioda pengambilan sampel cukup tinggi, yaitu antara  $0,470 \pm 0,028 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $0,768 \pm 0,131 \mu\text{g/g}$ . Kandungan Pb tersebut telah melebihi batas maksimal yang diusulkan CCFAC (1999), yaitu sebanyak  $0,05 \mu\text{g/g}$  sehingga tidak layak dikonsumsi. Ada kecenderungan kandungan Pb pada daging rajungan lebih tinggi dibandingkan dengan kandungannya pada daging kepiting.



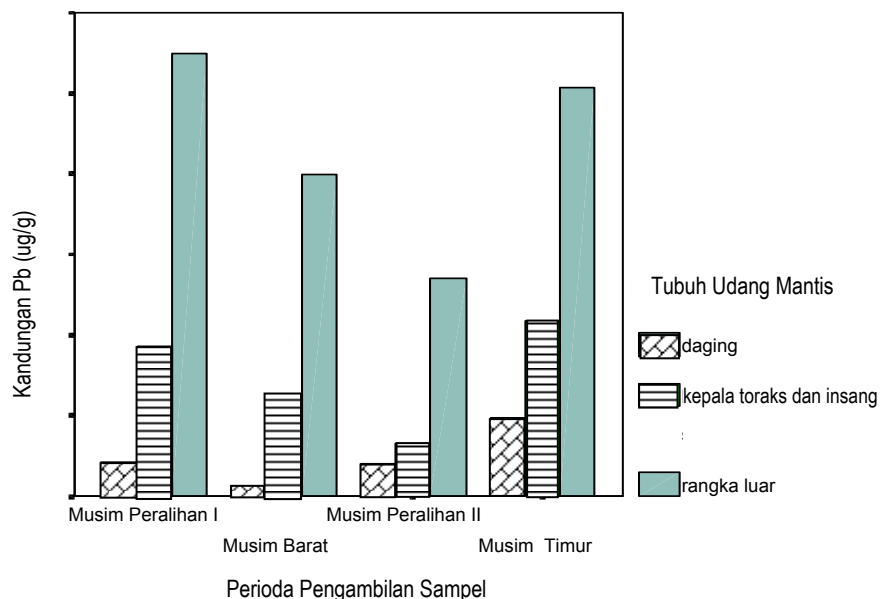
Gambar 1. Kandungan Pb pada Bagian Tubuh Kepiting Berdasarkan Musim



Gambar 2. Kandungan Pb pada Bagian Tubuh Rajungan Berdasarkan Musim



Gambar 3. Pola kandungan Pb pada Bagian Tubuh Udang Jerbung Berdasarkan Musim .



Gambar 4. Pola Kandungan Pb pada Bagian Tubuh Udang Mantis berdasarkan Musim

#### Kandungan Pb pada Udang Jerbung dan Udang Mantis

Hasil uji laboratorium kandungan Pb pada udang jerbung dan udang mantis pada setiap bagian tubuh dan setiap periode pengambilan sampel disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2. tampak jelas bahwa rata-rata kandungan Pb pada kerangka luar udang jerbung ( $1,267 \pm 0,915 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $4,957 \pm 1,931 \mu\text{g/g}$ ) juga cenderung lebih tinggi dibanding kandungannya pada bagian insang ( $0,889 \pm 0,064 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $2,193 \pm 0,590 \mu\text{g/g}$ ) dan daging ( $0,159 \pm 0,068 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $1,130 \pm 0,777 \mu\text{g/g}$ ). Kandungan Pb pada kerangka luar udang jerbung secara nyata lebih tinggi setidaknya terjadi pada 3 periode pengambilan sampel dan hanya pada periode pengambilan sampel Musim Peralihan II yang perbedaannya tidak nyata, walaupun tetap cenderung lebih tinggi. Kandungan Pb pada sefalotoraks-insang udang jerbung juga cenderung lebih tinggi daripada kandungannya pada daging, walaupun secara nyata ( $p \leq 0,05$ ) lebih tinggi hanya terjadi pada Musim Barat, tetapi pada musim lainnya kandungan Pb pada insang ( $21,263 \pm 0,161 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $2,193 \pm 0,590 \mu\text{g/g}$ ) cenderung lebih tinggi daripada kandungannya pada daging ( $0,537 \pm 0,099 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $1,130 \pm 0,777 \mu\text{g/g}$ ).

Hal yang sama juga terjadi pada udang mantis, di mana kandungan Pb pada kerangka luarnya ( $2,700 \pm 1,058 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $5,502 \pm 2,707 \mu\text{g/g}$ ) secara nyata lebih tinggi daripada kandungannya pada sefalotoraks-insang ( $0,651 \pm 0,323 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $2,170 \pm 0,291 \mu\text{g/g}$ ) dan daging ( $0,119 \pm 0,051 \mu\text{g/g}$  sampai dengan  $0,973 \pm 0,032 \mu\text{g/g}$ ), walaupun secara statistik pada Musim Peralihan I kandungan Pb pada sefalotoraks-insang tidak berbeda nyata dengan kerangka luar, tetapi rata-rata kandungannya pada kerangka luar ( $5,502 \pm 2,707 \mu\text{g/g}$ ) cenderung lebih tinggi daripada kandungannya pada sefalotoraks-insang ( $1,857 \pm 0,488 \mu\text{g/g}$ ). Seperti halnya pada udang jerbung, kandungan Pb pada bagian sefalotoraks-insang udang mantis, secara nyata lebih tinggi

dibandingkan kandungannya pada bagian daging, kecuali pada periode pengambilan sampel Musim Peralihan II.

Pola kandungan Pb pada bagian tubuh udang jerbung dan udang mantis tampak serupa dengan pola kandungan Pb pada bagian tubuh kepiting dan rajungan, yaitu kandungannya pada bagian daging dan sefalotoraks-insang secara nyata lebih rendah pada Musim Barat dibandingkan kandungannya pada Musim Timur. Hal tersebut tidak terjadi pada bagian kerangka luar walaupun ada kecenderungan yang sama.

Dilihat dari kelayakannya untuk dikonsumsi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada daging udang jerbung tampak lebih tinggi daripada kandungan Pb pada udang mantis. Kandungan Pb pada udang mantis maupun udang jerbung juga telah melebihi konsentrasi maksimum yang ditentukan CCFAC.

Tabel 2. Kandungan Pb pada Udang Jerbung dan Udang Mantis Berdasarkan Periode Pengambilan Sampel ( $\mu\text{g/g}$  Berat Basah)

Jenis Sampel	Periode Sampling	Musim Timur ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Peralihan I ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Barat ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )	Musim Peralihan II ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ )
Udang jerbung ( <i>Pena eus sp</i> )	Daging	1,130 $\pm$ 0,777 A**	0,537 $\pm$ 0,099 A	0,159 $\pm$ 0,068 A	1,097 $\pm$ 0,236 A
		ab	a	b##	c##
	Kepala torax dan insang	2,193 $\pm$ 0,590 A*	1,391 $\pm$ 0,357 A	0,889 $\pm$ 0,064B**	1,263 $\pm$ 0,161 A
	a	b*	b**	b*	
	Rangka luar	4,957 $\pm$ 1,931 B	3,274 $\pm$ 0,801B**	1,559 $\pm$ 0,097 C**	1,267 $\pm$ 0,915 A
	a	a	ab	ab	b#
Udang Mantis ( <i>Harpiosquilla sp</i> )	Daging	0,973 $\pm$ 0,032 A	0,432 $\pm$ 0,135 A	0,119 $\pm$ 0,051 A	0,402 $\pm$ 0,299 A
		a	b##	c##	abc
	Kepala torax dan insang	2,170 $\pm$ 0,291 B**	1,857 $\pm$ 0,488 B##	1,262 $\pm$ 0,260 B#	0,651 $\pm$ 0,323 A
	a	ab	b*c	c**	
	Rangka luar	5,077 $\pm$ 0,435C**	5,502 $\pm$ 2,707 B#	3,983 $\pm$ 0,537 C##	2,700 $\pm$ 1,058 B#
	a	ab	ab	ab	b#

Keterangan: \*  $p \leq 0,05$  berbeda nyata (Anova one way, LSD)

#  $p \leq 0,05$  berbeda nyata (Uji t – Student)

\*\*  $p \leq 0,01$  berbeda sangat nyata (Anova one way, LSD)

##  $p \leq 0,01$  berbeda sangat nyata (Uji t – Student)

Huruf besar (A, B, C) pada hasil uji beda menunjukkan perbedaan antar bagian tubuh hewan.

Huruf kecil (a,b,c,d) pada hasil uji beda menunjukkan perbedaan kandungan Pb antar musim.

Berdasarkan hasil penelitian ini, terungkap bahwa kandungan Pb pada kerangka luar Crustacea paling tinggi dibanding kandungannya pada bagian insang dan daging. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang diungkapkan Darmono (1995) bahwa hasil penelitian pada Crustacea (*Daphnia magna*) melalui pemeriksaan autoradiografi, menunjukkan bahwa akumulasi logam berat pada kerangka luar hewan tersebut paling tinggi dibandingkan dengan jaringan tubuh lainnya. Kondisi seperti itu mungkin terjadi karena rangka luar Crustacea merupakan bagian tubuh yang tersusun oleh zat kitin yang bersifat lentur dan mengandung kalsium karbonat sebagai penguat (Fitzpatrick, 2003).

Suhendrayatna (2001) mengungkapkan bahwa protein dan polisakarida memegang peranan dalam proses biosorpsi logam berat, di mana akan terjadi ikatan kovalen antara logam dengan gugus karboksil dan gugus amino dari zat tersebut. Zat kitin merupakan polimer yang mirip dengan selulosa yang banyak mengandung gugus amida dan dapat menyerap logam berat karena adanya gugus  $\text{CH}_2\text{OH}$  dan  $\text{NHCOCH}_3$  (Irwansyah, 1995), sehingga tidak mengherankan jika pada kerangka luar Crustacea lebih banyak terkandung Pb dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya.

Kandungan Pb pada insang Crustacea secara umum juga cenderung lebih tinggi dibandingkan kandungannya pada bagian daging, karena insang merupakan bagian tubuh keping yang berfungsi sebagai tempat masuknya logam berat dari lingkungan perairan, disamping tempat ekskresinya. Handayani, Soegianto, & Yuliani (2001) mengungkapkan bahwa insang dari suatu organisme sangat berperan dalam proses respirasi, regulasi ionik, dan osmotik, karena adanya jaringan *epithelium branial* yang menjadi tempat terjadinya transpor aktif/pasif zat-zat antara organisme dengan lingkungan, sehingga jaringan tersebut sangat peka terhadap keberadaan pencemaran logam berat.

Tingginya kandungan Pb pada daging rajungan dibanding keping, mungkin terjadi karena adanya perbedaan habitat antara rajungan dengan keping. Rajungan hidup di dasar perairan pantai sehingga sangat dipengaruhi tinggi rendahnya kandungan Pb pada perairan tersebut; sedangkan habitat keping (*Scylla serrata*) terutama di hutan bakau (Nontji, 2002) dan pada siang hari cenderung hidup di lubang-lubang, sehingga kontak langsung dengan Pb dari perairan relatif lebih rendah dibandingkan dengan rajungan.

Pola kandungan Pb pada daging dan insang Crustacea secara nyata lebih rendah pada musim Barat dibandingkan kandungannya pada Musim Timur. Hal ini sesuai dengan pola kandungan Pb pada air laut dan sedimen Teluk Jakarta yang juga cenderung rendah pada Musim Barat dan tertinggi pada Musim Timur. Kesesuaian pola kandungan Pb tersebut mungkin terjadi karena derajat akumulasi logam berat pada jaringan Crustacea sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya (air dan sedimen), karena Crustacea umumnya selalu bergerak di dasar perairan (Darmono, 1995; Nontji, 2002). Berbeda dengan pola kandungan Pb pada insang dan daging, pola kandungan Pb pada kerangka luar Crustacea cenderung tidak mengikuti pola kandungan Pb di lingkungannya. Keadaan tersebut mungkin terjadi karena akumulasi Pb pada hewan tersebut terutama terjadi pada bagian rangka luar, dengan demikian perbedaannya tidak selalu signifikan antar dua musim tersebut, walaupun ada kecenderungan bahwa kandungan Pb pada kerangka luar Crustacea Musim Barat lebih rendah dibanding pada Musim Timur.

## **KESIMPULAN**

Kandungan Pb pada Crustacea dari perairan Teluk Jakarta pasca pemberlakuan bensin tanpa timbal di Jabotabek (Juli 2001) masih melebihi konsentrasi maksimum yang diusulkan CCFAC (1999). Kandungan Pb pada kerangka luar dan insang Crustacea umumnya telah jauh melampaui ambang batas yang ditentukan. Kandungan Pb pada Crustacea di Musim Barat lebih rendah dibanding kandungannya pada Musim Timur.



## REFERENSI

- Codex Committee on Food Additives and Contaminants. (1999). *Joint FAO/WHO food standards programme. Draft maximum level for lead*. The Hague, The Netherlands.  
[http://www.who.int/fsf/chemicalcontaminants/lead99\\_19e.pdf](http://www.who.int/fsf/chemicalcontaminants/lead99_19e.pdf) diambil pada 23 April 2003.
- Darmono. (1995). *Logam berat dalam sistem biologi makhluk hidup*. Jakarta: UI-Press.
- Diniyah. (1995). Korelasi antara kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb pada beberapa ikan konsumsi dengan tingkat pencemaran di Teluk Jakarta. *Skripsi*. Bogor: PPs IPB.
- Fitzpatrick, F.L. (2003). Udang, Kepiting dan kerabatnya. *Ilmu Pengetahuan Populer*. Jakarta: PT Ikrar Mandiriabadi. 231-238.
- Handayani, S.U., Soegianto, A., Yuliani, R. (2001). Pengaruh salinitas terhadap akumulasi kadmium pada insang udang (*Macrobrachium sintangese*). *Mathematics & Sciences* 6 (3):159-163.
- Hutagalung, H.P. (1994). Kandungan Logam Berat dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Prosiding Seminar Pemantauan Pencemaran Laut*. Jakarta 7-9 Feb 1994. 1-6.
- Irwansyah. (1995). Efektifitas kitin sebagai bahan pengabsorpsi residu Hg pada kerang Hijau. *Tesis*. Bogor: PPs IPB.
- Nurjanah & Widiastuti. (1997). Pencemaran logam berat. *Warta Konsumen*. Nopember 1997.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara*. Cetakan ketiga. Jakarta: Djambatan.
- Santoso. (2000). *SPSS: Mengelola data statistik secara profesional*. Cetakan ke 3. Jakarta: PT. Gramedia.
- Suhendrayatna. (2001). *Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme: Suatu kajian kepustakaan*. ISTECH: 1-9.