

Analisis Proksimat dan Logam Berat dalam Tisu Kerang (*Anadara granosa*) di Beberapa Tapak Akuakultur di Semenanjung Malaysia

(Proximate Analysis and Heavy Metal Concentrations of Tissues of Cockles
(*Anadara granosa*) from Several Cockle Farms in Peninsular Malaysia)

KOH SIEW MIN, KOH PEA KEE, SIM KHAY TIEN,
LEE YOON HENG* & SALMIJAH SURIF

ABSTRAK

Kerang popular sebagai sumber protein dan mempunyai kepentingan ekonomi yang tinggi di Malaysia. Tujuan kajian ini adalah untuk menentukan komposisi protein, lemak dan abu serta mengenal pasti kandungan logam berat dalam tisu kerang yang diambil dari tapak-tapak ternakan di Kuala Juru (Pulau Pinang), Kuala Sepetang (Perak) dan Kuala Selangor (Selangor) untuk meneliti aras keselamatan logam berat dan kandungan zat nutrien dalam isi kerang. Kandungan protein, lemak dan abu dalam tisu kerang masing-masing adalah pada julat 70.0-75.6, 8.9-10.6 dan 9.8-17.5% berat kering. Untuk jumlah tenaga ialah 371.0, 384.2 dan 377.9 kcal/100 g berat kering kerang masing-masing untuk sampel dari Kuala Juru, Kuala Sepetang dan Kuala Selangor. Aras logam perlu dalam tisu kerang ialah Cu = 2.4-16.3, Fe = 421.0-1350.0, Mn = 10.0-38.1 dan Zn = 72.2-201.7 µg/g berat kering manakala kepekatan logam toksik adalah Cd = 1.3-12.2, Cr = 4.3-9.8, Ni = 8.3-20.8 dan Pb = 4.1-20.8 µg/g berat kering. Sebagai kesimpulan, didapati bahawa pengambilan harian sebanyak 1.50 g Pb (berat kering) kerang dari Kuala Sepetang dan juga melebihi 5.78 g Cd (berat kering) untuk kerang dari Kuala Selangor boleh meningkatkan risiko kesihatan.

Kata kunci: Analisis proksimat; kerang; logam berat

ABSTRACT

Cockle is a popular high protein seafood which is commercially important in Malaysia. The aim of this study was to determine the proximate composition of protein, fat and ash and concentrations of heavy metals in the tissues of cockles obtained from cockle farms at Kuala Juru (Pulau Pinang), Kuala Sepetang (Perak) and Kuala Selangor (Selangor) for the purpose of examining the safe level of heavy metals and the amount of several nutrients from the cockle tissues. Concentrations of protein, fat and ash in the tissues of cockles were in the range of 70.0-75.6, 8.9-10.6 and 9.8-17.5 % dry weight respectively and energy contents were 371.0, 384.2 and 377.9 kcal/100 g dry weight for samples from Kuala Juru, Kuala Sepetang and Kuala Selangor respectively. The concentrations of essential metals in the total soft tissue samples were Cu = 2.4-16.3, Fe = 421.0-1350.0, Mn = 10.0-38.1 and Zn = 72.2-201.7 µg/g dry weight while the concentrations of toxic metals were Cd = 1.3-12.2, Cr = 4.3-9.8, Ni = 8.3-20.8 and Pb = 4.1-20.8 µg/g dry weight. This study showed that daily intakes of cockle of more than 1.50 g Pb (dry weigh) from Kuala Sepetang and 5.78 g Cd (dry weight) from Kuala Selangor might impose health risk to consumers.

Keywords: Cockle; heavy metals; proximate analysis

PENGENALAN

Kerang adalah sejenis sumber makanan yang murah dan sedap berbanding dengan kerang-kerang lain dan sangat popular di kalangan penduduk Malaysia (Bardach et al. 1972; Lokman 1992). Jumlah pengeluaran kerang pada tahun 2007 yang melebihi 49,000 tan metrik menyumbangkan 25% daripada jumlah pengeluaran akuakultur air payau (Jabatan Perikanan Malaysia 2007). Penternakan kerang dijalankan di kawasan pantai Barat Semenanjung Malaysia di kawasan estuari berlumpur dan dikelilingi oleh hutan bakau (Bardach et al. 1972).

Kerang mengandungi sumber protein yang tinggi, lemak yang rendah, dan mineral seperti kalsium, fosforus,

magnesium, sodium dan potassium (Orban et al. 2006; Carvalho et al. 2007). Nutrien-nutrien ini diperlukan oleh organisma untuk menjalankan fungsi metabolisme dalam tubuh (Mahan & Escott-Stump 2004).

Kerang merupakan suatu organisma sesil dan tidak banyak bergerak. Cara pemakanan secara penapisannya menyebabkan kerang cenderung untuk mengumpul bahan pencemar seperti logam berat ke dalam tubuhnya (Abbas Alkarkhi et al. 2008; Lokman 1992). Logam berat seperti kadmium, raksa dan plumbum yang toksik dan tidak boleh diurai mengancam hidupan akuatik melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan (Altindag & Yigit 2005; Ikem & Egiebor 2005; Jensen

2000; Papagiannis et al. 2004; Kucuksezgin et al. 2006; Wong et al. 2009). Logam berat toksik boleh mendatangkan kesan yang memudaratkan, contohnya penyakit Minamata yang diakibatkan oleh Hg, penyakit itai-itai oleh Cd dan Saturnism oleh Pb (Detcheva & Grobecker 2006).

Kandungan nutrien dalam kerang (*Anadara granosa*) dari Malaysia belum pernah dilaporkan. Oleh itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk menentukan komposisi protein, lemak, abu dan kandungan logam berat dalam kerang serta sama ada terdapat perbezaan signifikan di antara tiga kawasan kajian iaitu Kuala Juru (Pulau Pinang); Kuala Sepetang (Perak); dan Kuala Selangor (Selangor). Kajian ini juga bertujuan untuk menganggar jumlah tenaga yang disumbangkan oleh kerang sebagai makanan dan juga tahap kepekatan logam berat di dalam tisu lembut kerang sama ada selamat untuk dimakan.

BAHAN DAN KAEDAH

KAWASAN KAJIAN

Kawasan pengeluaran kerang utama di Semenanjung Malaysia iaitu Kuala Juru (Pulau Pinang) (Rajah 1), Kuala Sepetang (Perak) (Rajah 2) dan Kuala Selangor (Selangor) (Rajah 3) dipilih. Pengeluaran kerang dari tiga kawasan ini menyumbang 99% daripada jumlah pengeluaran kerang Malaysia pada tahun 2007 (Jabatan Perikanan Malaysia 2007). Persampelan dijalankan pada bulan November dan Disember 2007. Untuk setiap lokasi, sampel dipungut dari tiga stesen dan tiga replikasi sampel



Sumber: Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia, 1975

RAJAH 1. Kawasan ternakan kerang di Kuala Juru, Pulau Pinang dan lokasi persampelan (S1, S2 dan S3)

diambil dari setiap stesen. Lokasi persampelan adalah seperti Jadual 1.

PENSAMPELAN

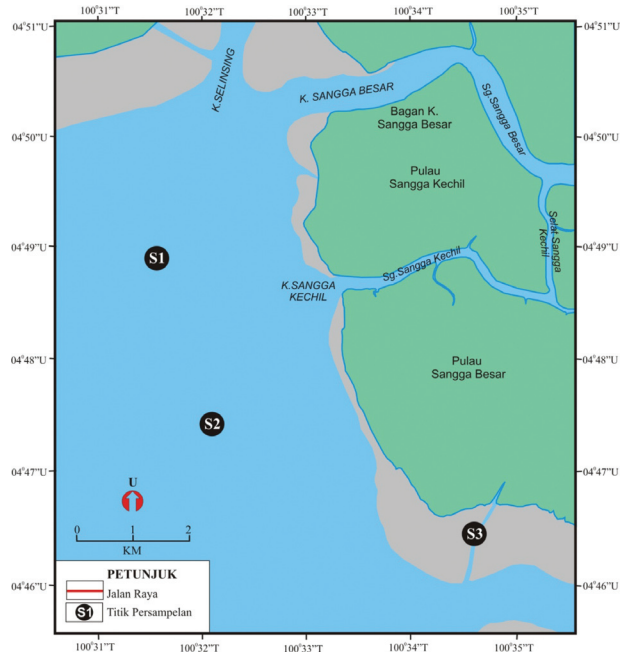
Kerang diambil dengan menggunakan alat pencedok kerang dan dibilas dengan air laut. Kerang dewasa berusia 10-12 bulan dan bersaiz 25-30 mm dipilih. Sampel bagi analisis komposisi protein, lemak dan abu disimpan dalam kerajang aluminium sementara sampel untuk analisis logam berat disimpan dalam beg polietilena. Semua sampel disimpan di dalam kotak ais yang mengandungi ais pada suhu kira-kira 4°C sehingga dibawa balik ke makmal. Sampel disimpan pada suhu -20°C sehingga dianalisis.

ANALISIS MAKMAL

Semua alat radas yang digunakan untuk persampelan dan analisis makmal direndam dalam asid nitrik 20% selama 24 jam (AOAC 1990) dan dibilas dengan air nyahion untuk memastikan tiada pencemaran logam.

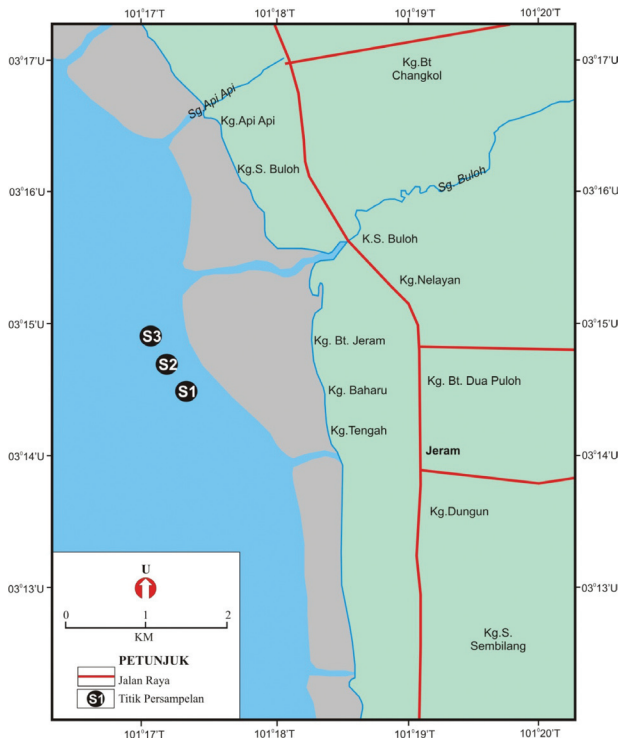
Tisu kerang dipisahkan daripada cengkerang dan dibasuh dengan air nyahion. Sampel tisu dikeringkan dalam ketuhar pada suhu 70°C sehingga mencapai berat tetap. Seterusnya sampel dimasukkan ke dalam mesin pengisar (Pensonic) untuk dihomogenkan.

Kandungan protein sampel dikira dengan menukar kandungan nitrogen yang ditentukan dengan kaedah Kjeldahl (AOAC 1990) dengan menggunakan alat sistem Kjeltex 2100. Sebanyak 0.5 g sampel digunakan.



Sumber: Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia, 1970

RAJAH 2. Kawasan ternakan kerang di Kuala Sepetang, Perak dan lokasi persampelan (S1, S2 dan S3)



Sumber: Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia, 1967

RAJAH 3. Kawasan ternakan kerang di Kuala Selangor, Selangor dan lokasi persampelan (S1, S2 dan S3)

JADUAL 1. Kedudukan geografi stesen-stesen persampelan di tiga kawasan kajian

Stesen	Utara	Timur
Kuala Juru 1	05° 20' 11.4" N	100° 23' 28.1" E
Kuala Juru 2	05° 20' 23.3" N	100° 23' 35.2" E
Kuala Juru 3	05° 20' 36.4" N	100° 23' 31.0" E
Kuala Sepetang 1	04° 49' 52.8" N	100° 31' 33.1" E
Kuala Sepetang 2	04° 47' 18.1" N	100° 32' 10.9" E
Kuala Sepetang 3	04° 46' 46.0" N	100° 34' 30.0" E
Kuala Selangor 1	03° 14' 29.7" N	101° 17' 25.2" E
Kuala Selangor 2	03° 14' 36.8" N	101° 17' 16.2" E
Kuala Selangor 3	03° 14' 52.4" N	101° 17' 13.1" E

Penentuan nitrogen melibatkan tiga peringkat, iaitu proses penghadaman, penyulingan dan titratan. Peratus nitrogen yang ditentukan pada peringkat akhir ditukar kepada peratus protein dengan mendarab dengan faktor penukaran 6.25.

Kandungan lemak dalam sampel ditentukan dengan kaedah Soxhlet (AOAC 1990) menggunakan pelarut petroleum eter. Sebanyak 1 g sampel digunakan. Analisis dijalankan dengan menggunakan alat sistem Soxtec Tecator 1043.

Kandungan abu dalam sampel ditentukan dengan menggunakan relau (AOAC 1990). Sampel sebanyak 5 g

dimasukan ke dalam mangkuk pijar yang telah ditentukan berat awal. Kemudian sampel dipanaskan di atas pemanas elektrik terlebih dahulu dan dimasukan ke dalam relau (Nabertherm, German) pada suhu 550°C selama 24 jam. Mangkuk pijar kemudiannya disejukkan di dalam balang pengering sehingga ke suhu bilik dan ditimbang semula.

Bagi penentuan logam berat, kaedah penghadaman basah digunakan mengikut Czupryn dan Falchuk (1991) dengan pengubahsuaian. Satu gram sampel kering dimasukan ke dalam kelalang kon 100 mL. Sebanyak 15.0 mL asid nitrik pekat (69% Gred A.R.) ditambahkan. Keesokannya, 5 mL asid sulfurik pekat (95-98% Gred A.R.) ditambahkan ke dalam sampel dan pengosong dan seterusnya dipanaskan di atas kukus pasir pada suhu 70°C. Kemudian suhu ditingkatkan kepada 100°C. Pemanasan diteruskan sehingga proses penghadaman lengkap apabila larutan menjadi jernih. Kemudian larutan dituras dengan kertas turas 0.45 µm dan ditambahkan dengan air nyahion sehingga mencapai 50 mL. Hasil ini disimpan di dalam botol plastik pada 4°C sehingga analisis dijalankan untuk menentukan kandungan logam berat (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Cr, Ni dan Pb) dalam sampel. Kandungan logam berat ditentukan dengan spektrometer serapan atom nyalaan model Perkin Elmer AAnalyst 800.

Analisis statistik Keputusan yang diperolehi dianalisis dengan perisian SPSS versi 17. ANOVA satu hala dan ujian Tukey digunakan untuk menguji perbezaan komposisi protein, lemak dan abu serta aras kepekatan logam berat di antara ketiga-tiga kawasan pensampelan itu.

Pengiraan jumlah tenaga sumbangan tisu kerang Jumlah tenaga yang diperolehi daripada pengambilan 100 g berat kering kerang dikira dengan mendarabkan kepekatan kandungan protein dan lemak dalam kerang dengan nilai 4 kkal/g dan 9 kkal/g masing-masing yang disumbang bagi setiap gram masing-masing protein dan lemak (Buell & Girald).

Pengiraan kadar pengambilan kerang yang selamat dari segi logam berat toksik Kadar pengambilan kerang yang selamat, iaitu tidak menimbulkan risiko kesihatan terhadap pengguna dikira dengan membahagikan pengambilan harian boleh diterima (Tolerable Daily Intake, TDI) dengan kepekatan logam dalam kerang. Nilai TDI diperolehi dengan mendarabkan aras tindakan (*action levels*) bagi logam berat dengan kadar pengambilan kerang-kerang. Aras tindakan ialah nilai ambang kepekatan sesuatu pencemar dalam produk makanan yang Pihak Pentadbiran Makanan dan Ubat-ubatan Amerika Syarikat (US Food and Drug Administration, USFDA) akan mengharamkan sekiranya kepekatan pencemar melebihi aras tindakan itu (Fung et al. 2004; USFDA 2005). USFDA (2005) telah menetapkan aras tindakan bagi Cd, Cr, Pb dan Ni adalah pada 4 ppm, 13 ppm, 1.7 ppm dan 80 ppm, masing-masing. Kadar pengambilan kerang-kerang seorang warga Amerika sebanyak 16 g/hari (Fung et al.

2004) digunakan dalam kajian ini untuk menganggar TDI kerana tidak terdapat data kadar pengambilan kerang-kerang di Malaysia.

$$\frac{\text{Kadar pengambilan selamat (g/hari)}}{\text{Kepekatan logam dalam kerang (mg/g)}} = \frac{\text{TDI (mg/hari)}}{\text{Kepekatan logam dalam kerang (mg/g)}}$$

TDI ($\mu\text{g/hari}$) ialah kadar pengambilan kerang-kerang (g/hari) \times aras tindakan ($\mu\text{g/g}$)

HASIL DAN PERBINCANGAN

KOMPOSISI PROTEIN, LEMAK DAN ABU

Komposisi protein, lemak dan abu dalam tisu keseluruhan kerang telah ditentukan dan diringkaskan dalam Jadual 2.

Ujian ANOVA satu hala menunjukkan bahawa kandungan protein dan lemak tidak ada perbezaan bererti ($p > 0.05$) di antara ketiga-tiga kawasan kajian. Kandungan protein berjulat 70.00-75.60% berat kering dan kandungan lemak berjulat 8.95-10.57% berat kering. Kuala Juru menunjukkan kandungan abu yang paling tinggi (15.94% berat kering) secara bererti ($p < 0.05$) di antara ketiga-tiga kawasan kajian. Kandungan abu boleh dipengaruhi oleh faktor persekitaran seperti kualiti air dan sedimen (Nielsen 2004).

Analisis komposisi protein, lemak dan abu dalam tisu kerang belum dilaporkan sebelum ini. Oleh itu, hasil kajian ini dibandingkan dengan beberapa jenis makanan laut yang lain (Jadual 2). Kandungan protein dalam kajian

ini adalah lebih tinggi berbanding dengan kupang (*Mytilus galloprovincialis* dan *Mytella* sp.), tiram (*Crassostrea rhizophorae*) dan ikan (*Labco rohita*, *Cyprinus caprio*, *Cirrhinus mrigala*, *Hypophthalmichthys molitrix* dan *Catla catla*) yang dilaporkan oleh Vernocchi et al. (2007), Carvalho et al. (2007) dan Ali et al. (2005) masing-masing. Kandungan protein dalam kerang adalah lebih kurang sama berbanding dengan ketam (*Ucides cordatus*) yang dilaporkan oleh Carvalho et al. (2007).

Kandungan lemak dalam kajian ini masih berada dalam julat yang dilaporkan oleh Vernocchi et al. (2007). Kandungan lemak dalam kerang adalah lebih rendah berbanding dengan tiram (*Crassostrea rhizophorae*) dan ikan (*Labco rohita*, *Cyprinus caprio*, *Cirrhinus mrigala*, *Hypophthalmichthys molitrix* dan *Catla catla*) yang dilaporkan oleh Carvalho et al. (2007) dan Ali et al. (2005) masing-masing. Kandungan lemak dalam kajian ini didapati lebih tinggi berbanding dengan kupang (*Perna viridis* dan *Mytilus galloprovincialis*) yang dilaporkan oleh Chan et al. (2004) dan Vernocchi et al. (2007) masing-masing.

Kandungan abu tidak berbeza banyak di antara kerang dengan kupang (*Mytilus galloprovincialis* dan *Mytella* sp.) dan ikan (*Labco rohita*, *Cyprinus caprio*, *Cirrhinus mrigala*, *Hypophthalmichthys molitrix* dan *Catla catla*) yang dilaporkan oleh Vernocchi et al. (2007), Carvalho et al. (2007) dan Ali et al. (2005) masing-masing. Namun, kandungan abu dalam ketam (*Ucides cordatus*) dan tiram (*Crassostrea rhizophorae*) yang dilaporkan oleh Carvalho et al. (2007) lebih rendah daripada kerang. Kajian ini

JADUAL 2. Kandungan protein, lemak dan abu dalam kerang dari kajian ini dibandingkan dengan beberapa jenis makanan laut yang lain

Kajian	Tempat kajian	Jenis makanan laut	*Protein	*Lemak	*Abu
Kajian ini (2008)	Malaysia	Kerang (<i>Anadara granosa</i>)	70.00-73.33	8.91-9.43	14.68-17.49
	K. Juru		(72.10 \pm 1.30)	(9.18 \pm 0.16)	(15.94 \pm 1.04)
	K. Sepetang		72.98-75.25	9.36-10.57	9.76-12.80
	K. Selangor		(73.97 \pm 0.70)	(9.81 \pm 0.50)	(11.33 \pm 0.91)
			71.05-75.60	8.95-9.75	10.10-11.97
			(73.50 \pm 1.71)	(9.32 \pm 0.25)	(11.27 \pm 0.69)
Vernocchi et al. (2007)	Adriatic Sea, Italy	Kupang (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	41.39-60.53	5.09-17.38	11.39-22.90
Chan et al. (2004)	Hong Kong	Kupang (<i>Perna viridis</i>)	-	(6.17 \pm 0.71)	-
Carvalho et al. (2007)	Brazil	Kupang (<i>Mytella</i> sp.)	(63.75 \pm 2.72)	(4.70 \pm 0.11)	(13.34 \pm 0.48)
		Tiram (<i>Crassostrea rhizophorae</i>)	(41.14 \pm 1.15)	(13.51 \pm 0.02)	(6.43 \pm 0.20)
		Ketam (<i>Ucides cordatus</i>)	(78.50 \pm 1.42)	(1.48 \pm 0.02)	(6.77 \pm 0.24)
Ali et al. (2005)	Shahgarh, Pakistan	Ikan (<i>Labco rohita</i>)	(68.00 \pm 1.00)	(17.33 \pm 2.31)	(14.67 \pm 1.53)
		Ikan (<i>Cyprinus caprio</i>)	(66.25 \pm 8.07)	(22.67 \pm 2.19)	(9.67 \pm 1.03)
		Ikan (<i>Cirrhinus mrigala</i>)	(62.33 \pm 5.28)	(20.00 \pm 3.58)	(17.67 \pm 1.97)
		Ikan (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	(63.00 \pm 3.61)	(22.00 \pm 2.31)	(14.33 \pm 1.53)
		Ikan (<i>Catla catla</i>)	(60.00 \pm 1.00)	(18.67 \pm 2.31)	(19.67 \pm 0.58)

* - Julat kandungan

() - purata keseluruhan kandungan

menunjukkan bahawa kerang mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi daripada beberapa jenis kupang, tiram dan ikan serta kandungan lemak yang lebih rendah daripada tiram dan ikan.

PENYUMBANGAN TENAGA OLEH KERANG

Untuk memenuhi keperluan harian dan mengurangkan risiko menghadapi penyakit, cadangan pengambilan nutrien (*Recommended Nutrient Intake*, RNI) diperkenalkan. Mengikut NCCFN (2005), RNI untuk tenaga harian yang diperlukan bagi lelaki dewasa dan perempuan dewasa (berumur 19 tahun dan ke atas) adalah sebanyak 2010-2440 kkal dan 1780-2180 kkal masing-masing. Kerang dari Kuala Sepetang didapati mengandungi protein dan lemak yang paling tinggi berbanding dengan kerang daripada dua kawasan lain dan menyumbangkan tenaga yang paling tinggi, iaitu sebanyak 384.17 kkal per 100 g berat kering kerang, diikuti oleh Kuala Selangor (377.88 kkal) dan Kuala Juru (371.02 kkal). Peratus tenaga yang berasal dari kandungan protein bernilai di antara 77.02%-77.80% manakala peratus tenaga yang berasal dari kandungan lemak bernilai 22.20%-22.98%. Untuk kesihatan adalah dinasihatkan bahawa tidak mengambil lebih daripada 30% tenaga harian dari sumber lemak (NCCFN 2005). Kajian ini menunjukkan bahawa kerang merupakan makanan yang sihat dari segi kandungan lemak yang rendah dan kandungan tenaga yang tinggi.

KANDUNGAN LOGAM BERAT

Kepekatan logam berat dalam tisu keseluruhan kerang telah ditentukan dan diringkaskan dalam Jadual 4.

Kepekatan logam Cu, Fe dan Zn dalam kerang di Kuala Juru adalah paling tinggi secara bererti ($p < 0.05$) di tiga kawasan kajian. Kepekatan logam-logam yang tinggi ini berkemungkinan berpunca dari kawasan perindustrian Prai yang terdiri daripada pelbagai industri termasuk elektronik, tekstil, produk logam, pemprosesan makanan dan pengetinan, produk pertanian, kilang bahan kimia, produk kertas, alat pengangkutan dan lain-lain lagi (Abbas Alkarkhi et al. 2008). Aktiviti lain seperti pelabuhan kapal-kapal dagangan dan kuari tanah merah juga berdekatan dengan kawasan akuakultur (Abbas Alkarkhi et al. 2008).

Kepekatan logam Cd, Mn dan Ni yang paling tinggi dengan bererti ($p < 0.05$) di Kuala Selangor juga mungkin

berkaitan dengan aktiviti manusia. Kawasan akuakultur kerang terletak berhampiran muara sungai yang menerima sisa kumbahan dan mendapan sisa buangan dari daratan. Faktor-faktor lain yang mungkin menyumbangkan logam berat ke dalam Sungai Selangor termasuk aktiviti perlombongan di bahagian hilir sungai, ladang kelapa sawit dan beberapa kawasan penempatan penduduk yang terletak di sepanjang sungai (Sharifah 2006). Cd wujud dalam batu dan tanah bersama-sama dengan logam lain. Pemobilan berlaku secara semulajadi atau hasil daripada aktiviti manusia seperti perlombongan, pembakaran arang batu dan minyak, penyebaran baja dan pembuangan sisa (Gerhardsson & Skerfving 1996; Department of the Environment, England 1980). Mn digunakan dalam pembuatan keluli, sel bateri kering, cat, baja dan bahan kimia Mn yang lain (Inoue & Makita 1996). Penyalutan Ni memainkan peranan penting dalam industri kerana sifat ketahanannya terhadap pengoksidaan oleh udara dan air (Costa 1996). Ni juga digunakan dengan meluas dalam pembuatan bateri Ni-Cd, rod, acuan untuk bekas seramik dan kaca, komponen komputer dan lain-lain lagi (Sunderman & Oskarsson 1991).

Kepekatan Pb yang paling tinggi secara bererti ($p < 0.05$) dijumpai dalam kerang di Kuala Sepetang iaitu bernilai 18.16 $\mu\text{g/g}$ berat kering. Sharifah (2006) juga melaporkan kepekatan Pb yang lebih tinggi (0.68 $\mu\text{g/g}$ berat basah) berbanding dengan dua kawasan yang lain iaitu Kuala Juru dan Kuala Selangor. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan Pb yang tinggi dalam sedimen sama ada secara semulajadi atau antropogenik. Kajian oleh Ismail et al. (1995) melaporkan kepekatan Pb yang tinggi (26.14 $\mu\text{g/g}$ berat kering) dalam sedimen di Kuala Sepetang.

Jadual 4 menunjukkan perbandingan kandungan logam berat dalam kerang, *A. granosa* dengan beberapa kajian lepas. Kepekatan Cr dan Mn dalam tisu kerang di Kuala Juru yang didapati dalam kajian ini adalah lebih tinggi berbanding dengan kepekatan yang didapati oleh Nooridin Ibrahim (1995). Walau bagaimanapun, kepekatan Fe dan Zn yang diperolehi dalam kajian ini adalah lebih rendah daripada kepekatan yang dilaporkan oleh Nooridin Ibrahim (1995). Kepekatan Cr yang didapati dalam kajian ini berada dalam julat yang didapati oleh Yusof et al. (2004). Kepekatan Cd, Cu, Pb dan Zn yang didapati dalam kajian ini adalah lebih tinggi daripada nilai yang dilaporkan oleh Yusof et al. (2004).

JADUAL 3. Penyumbangan tenaga oleh kerang dari tiga kawasan ternakan

Lokasi	Kepekatan dalam kerang (% berat kering)		Sumbangan tenaga oleh 100 g berat kering kerang (kkal)			Peratus sumbangan tenaga oleh 100 g berat kering kerang (%)	
	Protein	lemak	Protein	Lemak	Jumlah	Protein	Lemak
Kuala Juru	72.10	9.18	288.40	82.62	371.02	77.73	22.27
Kuala Sepetang	73.97	9.81	295.88	88.29	384.17	77.02	22.98
Kuala Selangor	73.50	9.32	294.00	83.88	377.88	77.80	22.20

JADUAL 4. Kandungan logam berat ($\mu\text{g/g}$ berat kering) dalam kerang, *Anadara granosa* dibandingkan dengan kajian-kajian lepas

Kajian	Lokasi kajian	*Cd	*Cr	*Cu	*Fe	*Mn	*Ni	*Pb	*Zn
Kajian ini (2008)	Kuala Juru	3.60-8.25 (6.15±1.43)	5.50-8.97 (7.26±1.29)	10.19-16.28 (13.57±2.20)	641.50-1350.00 (946.28±243.50)	9.99-31.30 (19.38±8.11)	8.30-19.80 (14.43±3.67)	6.10-18.55 (11.33±4.62)	103.60-201.70 (158.54±37.56)
	Kuala Sepetang	1.25-5.50 (3.67±1.48)	4.25-9.80 (6.64±1.58)	3.97-13.64 (7.07±3.63)	421.00-822.5 (571.56±136.50)	13.35-33.48 (22.17±7.50)	8.50-13.35 (11.03±1.65)	13.55-20.75 (18.16±2.42)	72.15-89.40 (81.51±7.17)
	Kuala Selangor	9.95-12.20 (11.07±0.70)	6.74-9.08 (7.79±0.83)	2.44-6.59 (4.38±1.21)	686.50-878.50 (814.39±62.80)	29.24-38.12 (31.99±2.96)	16.15-20.75 (18.82±1.34)	4.10-8.15 (5.68±1.43)	110.95-139.65 (124.65±9.43)
Yusof et al. (2004)	Semenanjung Malaysia	0.18-4.43	1.48-15.4	1.67-9.10	-	-	-	0.13-3.04	41.80-158.00
Nooriddin Ibrahim (1995)	Kuala Juru	-	2.5-4.7	-	1426.0-2075.00	10.5-12.7	-	-	185-236
Yap et al. (2008)	Jeram, Kuala Juru, Kuala Kurau	1.30-9.44 (4.69)	-	5.41-7.39 (6.14)	455.91-1125.50 (715.30)	-	0.80-16.15 (7.67)	-	91.90-23.50 (130.20)
Mat & Maah (1994)	Kuala Selangor Batu Kawan	(6.9±2.3) (2.1±0.7)	-	(3.4±1.2) (4.5±0.8)	-	-	-	(8.4±1.2) (2.9±0.8)	(64±29) (56±5.8)
Phillips & Muttarasin (1985)	Thailand	1.33-6.47	0.18-0.56	4.89-8.75	-	-	0.65-117.6	0.37-1.41	65.0-117.6

* - Julat kepekatan

() - purata keseluruhan kepekatan logam berat

JADUAL 5. Kadar pengambilan kerang yang selamat dari segi logam berat toksik untuk mengelakkan risiko terhadap kesihatan pengguna

Logam	Kepekatan ($\mu\text{g/g}$)			TDI ($\mu\text{g/hari}$)	Kadar pengambilan selamat (g/hari)		
	Kuala Juru	Kuala Sepetang	Kuala Selangor		Kuala Juru	Kuala Sepetang	Kuala Selangor
Cd	6.15	3.67	11.07	64.0	10.41	17.44	5.78
Cr	7.26	6.64	7.79	208.0	28.65	31.33	26.70
Pb	10.77	18.16	5.68	27.2	2.53	1.50	4.79
Ni	14.43	11.03	18.82	1280.0	88.70	116.05	68.01

Kepekatan Cd, Zn dan Fe yang didapatkan dalam kajian ini berada dalam julat yang dilaporkan oleh Yap et al. (2008). Kepekatan Ni dan Cu dalam kajian ini adalah lebih tinggi berbanding dengan Yap et al. (2008). Kepekatan Cd, Cu dan Zn yang didapati oleh Mat dan Maah (1994) dalam tisu kerang dari Kuala Selangor adalah lebih rendah daripada kepekatan yang didapati di Kuala Selangor dalam kajian ini. Manakala kepekatan Pb dalam kajian ini lebih rendah daripada nilai yang dilaporkan oleh Mat dan Maah (1994). Kepekatan Ni yang didapati dalam kajian ini berada dalam julat yang didapati oleh Phillips dan Muttarasin (1985).

KADAR PENGAMBILAN KERANG YANG SELAMAT DARI SEGI LOGAM BERAT TOKSIK

Kadar pengambilan kerang yang selamat daripada segi logam berat toksik (Cd, Cr, Pb dan Ni) untuk mengelakkan risiko terhadap kesihatan pengguna diringkaskan dalam Jadual 5. Cd, Cr, Pb dan Ni dikelaskan sebagai elemen toksik oleh USFDA (2005). Kepekatan purata di setiap kawasan kajian digunakan untuk mengira kadar pengambilan kerang yang selamat. Jadual 5 menunjukkan bahawa pengambilan kerang dari Kuala Sepetang yang melebihi 1.50 g berat kering harian boleh menimbulkan risiko kesihatan (sumber Pb) terhadap pengguna. Begitu juga bagi pengambilan kerang dari Kuala Selangor yang melebihi 5.78 g berat kering harian boleh mewujudkan risiko kesihatan (sumber Cd). Logam Ni tidak menjadi sumber risiko kesihatan memandangkan kadar pengambilan selamat adalah dari 68.01-116.05 g berat kering harian. Logam Cr juga mempunyai kadar pengambilan selamat yang agak tinggi, iaitu dari 26.70-31.33 g berat kering harian.

KESIMPULAN

Kerang yang diambil dari tapak ternakan Kuala Sepetang mengandungi tenaga yang paling tinggi dan mengandungi logam berat yang rendah kecuali logam Pb. Kajian ini juga menunjukkan bahawa kerang mengandungi protein yang lebih tinggi dan lemak yang lebih rendah berbanding dengan beberapa jenis makanan laut yang lain. Bagaimanapun, kandungan abu dalam tisu kerang di Kuala Juru dan kandungan logam-logam

berat di tapak-tapak ternakan yang tinggi perlu diberikan perhatian. Perancangan lokasi kawasan industri harus mengambil kira kesan potensi terhadap tapak akuakultur. Seterusnya pengawalan dan pemantauan pencemar dan efluen oleh industri amat penting untuk melindungi sekitaran, hidupan laut dan kesihatan manusia. Penyelidikan dan pemantauan yang berterusan berkaitan dengan komposisi dan bahan pencemar seperti logam berat dalam kerang diperlukan untuk mengekalkan kualiti kerang keluaran negara kita.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia kerana membiayai projek ini melalui Skema Geran Penyelidikan Fundamental UKM-ST-01-FRGS0037-2006.

RUJUKAN

- Abbas Alkarkhi, F.M., Ismail, N. & Easa, A.M. 2008. Assessment of arsenic and heavy metal contents in cockles (*Anadara granosa*) using multivariate statistical techniques. *Journal of Hazardous Materials* 150: 783-789.
- Ali, M., Iqbal, F., Salam, A., Iram, S. & Athar, M. 2005. Comparative study of body composition of different fish species from brackish water pond. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 2(3): 229-232.
- Altındağ, A. & Yiğit, S. 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere* 60: 552-556.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis of AOAC*. Ed. ke-15. Arlington: Virginia Association of Official Analytical Chemists.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H. & McLarney, W.O. 1972. *Aquaculture: the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Buell, P. & Girard, J. 1994. *Chemistry: An Environmental Perspective*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Chan, K.T., Gao, Q.F., Yip, K.M., Wong, W.H., Shin, P.K.S. & Cheung, S.G. 2004. Lipid content and fatty acid composition in the green-lipped mussel *Perna viridis* (L.). *Journal of Food Lipids* 11(1): 123-130.
- Carvalho, A.F.U., Farias, D.F., Barroso, C.X., Sombra, C.M.L., Silvino, A.S., Menezes, M.O.T., Soares, M.O., Fernandes, D.A.O. & Gouveia, S.T. 2007. Nutritive value of three organisms from mangrove ecosystem: *Ucides cordatus*

- (Linnaeus, 1763), *Mytella* sp. (Soot-Ryen, 1955) and *Crassostrea rhizophorae* (Guilting, 1828). *Brazilian Journal of Biology* 67(4): 787-788.
- Cohen, S.R. 1979. Environmental and occupational exposure to copper. Dlm. *Copper in the environment*, di sunting oleh Nriagu, J.O. New York: John Wiley & Sons.
- Costa, M. 1996. Mechanisms of nickel genotoxicity and carcinogenicity. Dlm. *Toxicology of Metals*, disunting oleh Chang, L.W. Boca Raton: Lewis Publishers
- Czapryn, M. & Falchuk, K. 1991. Determination of metals in metallothionein preparations by atomic absorption spectroscopy. *Methods in Enzymology* 205: 415-419.
- Department of the Environment England. 1980. *Cadmium in the Environment and its Significance to Man*. London: H.M.S.O.
- Detcheva, A. & Grobecker, K.H. 2006. Determination of Hg, Cd, Mn, Pb and Sn in seafood by solid sampling Zeeman atomic absorption spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B* 61: 454-459.
- Fung, C.N., Lam, J.C.M, Zheng, G.J., Connell, D.W., Monirith, I., Tanabe, S., Richardson, B.J. & Lam, P.K.S. 2004. Mussel-based monitoring of trace metal and organic contaminants along the east coast of China using *Perna viridis* and *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution* 127: 203-216.
- Gerhardsson, L. & Skerfving, S. 1996. Concepts on biological markers and biomonitoring for metal toxicity. Dlm. *Toxicology of Metals*, disunting oleh Chang, L.W. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Ikem, A. & Egiebor, N. 2005. Assessment of trace elements in canned fisheries (markerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 771-787.
- Inoue, N. & Makita, Y. 1996. Neurological aspects in human exposures to managanese. Dlm. *Toxicology of Metals*, disunting oleh Chang, L.W. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Ismail, A., Jusoh, N.R. & Ghani, I.A. 1995. Trace metal concentrations in marine prawn off the Malaysian coast. *Marine Pollution Bulletin* 31: 108-110.
- Jabatan Perikanan Malaysia. 2007. Perangkaan Perikanan Tahunan. <http://www.dof.gov.my/224> [13 Dec 2009].
- Jensen, B. 2000. *Dr. Jensen's Guide to Body Chemistry and Nutrition*. Chicago: NTC Publishing Group.
- Kucuksezgin, F., Kontas, A., Altay, O. Uluturhan, E. & Danlmaz, E. 2006. Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. *Environment International* 32: 41-51.
- Lokman Shamsudin. 1992. *Akuakultur Pinggir Laut*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mahan, L.K. & Escott-Stump, S. 2004. *Krause's Food, Nutrition and Diet Theraphy*. Ed. ke-11. Philadelphia: Saunders Company.
- Mat, I. & Maah, M.J. 1994. An assessment of trace metal pollution in the mudflats of Kuala Selangor and Batu Kawan, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin* 28(8): 512-514.
- National Coordinating Committee on Food and Nutrition (NCCFN). 2005. Recommended Nutrient Intakes for Malaysia. A Report of the Technical Working Group on Nutritional Guidelines. Putrajaya: Ministry of Health Malaysia.
- Nielsen, S.S. 2004. *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*. Boston: Jones and Bartlett Publishers, Inc.
- Nooriddin Ibrahim. 1995. Trace element content of Malaysian cockles (*Anadara granosa*). *Food Chemistry* 54: 133-135.
- Orban, E., Lena G.D., Nevigato, T., Casini, I., Caproni, R., Santaroni, G. & Giulini, G. 2006. Nutritional and commercial quality of the striped venus clam, *Chamelea gallina*, from the Adriatic sea. *Food Chemistry* 101: 1063-1070.
- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D. & Kalfakakou, V. 2004. Copper and zinc in four freshwater fish species from Lake Pamvotis (Greece). *Environment International* 30: 357-362.
- Phillips, D.J.H & Muttarasin, K. 1985. Trace metals in bivalve molluscs from Thailand. *Marine Environmental Research* 15(3): 215-234.
- Sharifah Nur Rahimah. 2006. Penilaian pencemaran logam berat dalam kerang, *Anadara granosa* L. dari pantai barat Semenanjung Malaysia. Tesis Sarjana. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sunderman, F.W. & Oskarsson, A. 1991. Nickel. Dlm. Merian, E. (pnyt.). *Metals and Their Compounds in the Environment: Occurrence, Analysis, and Biological Relevance* Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft mbH.
- US Food and Drug Administration (USFDA). 2005. Guidance documents. Action Levels, Tolerances And Guidance levels for Poisonous or Deleterious Substances in Seafood. <http://www.cfsan.fda.gov/~ear/nss3-42d.html> [29 Jan 2008].
- Vernocchi, P., Maffei, M., Lanciotto, R., Suzzi, G. & Gardinni, F. 2007. Characterization of Mediterranean mussels *Mytilus galloprovincialis* harvested in Adriatic Sea, Italy. *Food Control* 18: 1575-1583.
- Wong, K.K., Noor-Arnawati Mat-Daud, Roohaida Othman, Zubir Din, Wan, K.L. & Salmijah Surif. 2009. Identification and characterization of a copper-inducible metallothionein gene from cockle, *Anadara granosa*. *Sains Malaysiana* 38(3): 287-294.
- Yap, C.K., Hatta, Y., Edward, F.B. & Tan, S.G. 2008. Comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Fe, Ni and Zn) in the shells and different soft tissues of *Anadara granosa* collected from Jeram, Kuala Juru and Kuala Kurau, Peninsular Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 31(2): 205-215.
- Yusof, A.M., Yanta, N.F. & Wood, A.K.H. 2004. The use of bivalves as bio-indicators in the assessment of marine pollution along a coastal area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 259(1): 119-227.

Fakulti Sains dan Teknologi
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Selangor, D.E.
Malaysia

*Pengarang untuk surat-menyurat; email: yhl1000@ukm.my

Diserahkan: 8 September 2009

Diterima: 12 Julai 2010