

**KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DALAM SPESIES BIVALVIA DI SEKITAR
PANTAI DAN PAYA BAKAU TUARAN**

MOHD. ZAKI BIN ENGAL

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2008



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DALAM SPESIES BIVALVIA
DI SEKITAR PANTAI DAN PAYAM BAKAU THARAN

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUTUSAN SAINS
DENGAN KEPUJIAN

SAYA MOKO. ZAKI BIN ENGHAL SESI PENGAJIAN: 07 / 08
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

Nurulain UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

nurulain.
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: KG. BAKAU,
P/S 48 89007 KENINGAU
SARAWAK

CIK KAMSIA BUDIN

Nama Penyelia

Tarikh: 23.05.08

Tarikh: _____

CATATAN: *Potong yang tidak berkenaan.

**Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

18 APRIL 2008



MOHD. ZAKI BIN ENGAL

HS2005-6254



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

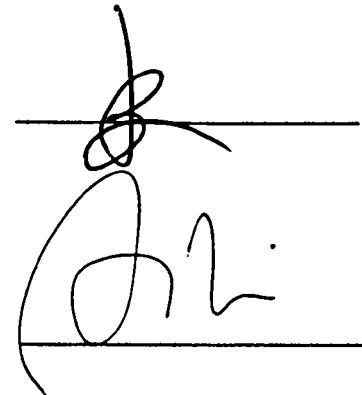
DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

- 1. PENYELIA**
(CIK KAMSIA BUDIN)



- 2. PEMERIKSA 1**
(DR. PIAKONG MOHD TUAH)



- 3. PEMERIKSA 2**
(DR. KAWI BIDIN)

- 4. DEKAN**
(SUPT/KS PROF. MADYA
DR. SHARIFF A. K. OMANG)



PENGHARGAAN

Alhamdulillah syukur kehadrat Illahi dengan limpah rahmat-Nya dapat saya menyiapkan disertasi ini dengan jayanya.

Di sini saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga terutamanya kepada kedua ibu bapa saya yang telah banyak memberi dorongan serta sokongan dalam menyiapkan disertasi ini. Begitu juga kepada penasihat saya, Cik Kamsia Budin yang telah banyak memberi tunjuk ajar serta nasihat dari awal sehingga disertasi ini selesai. Seterusnya kepada pensyarah – pensyarah sains sekitaran yang sedikit sebanyak membantu saya dalam menyiapkan disertasi ini, serta pembantu makmal yang secara langsung atau tidak dalam membantu saya untuk menyiapkan disertasi ini. Akhir sekali kepada rakan – rakan sepejuangan saya terutamanya Azhar Asmuin yang juga banyak membantu saya untuk menyiapkan disertasi ini. Hanya Tuhan sahaja yang dapat membalas jasa kalian. Semoga Allah memberkati dan memberi kesejahteraan kepada semua.

Sekian terima kasih.

Yang Benar,



(Mohd. Zaki Engal)

HS2005-6254

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menentukan tahap kandungan logam kadmium, plumbum, kuprum, zink dan ferum dalam spesies bivalvia seperti *Crassostrea gigas*, *Polymesoda expansa*, dan *Callista sp.* di kawasan pantai Sabandar, paya bakau Salut dan Mengkabong. Sebanyak 15 stesen persampelan telah dipilih dalam setiap kawasan kajian. Kaedah yang terlibat dalam kajian ini adalah kaedah penghadaman basah dengan menggunakan asid sulfurik, asid hidroklorik dan asid nitrik serta penganalisaan logam berat dengan menggunakan AAS untuk mengetahui kepekatan logam – logam berat di dalam sampel – sampel tersebut. Secara umumnya, hampir semua spesies bivalvia yang telah dikaji mengandungi kepekatan logam berat yang berada di bawah had maksimum piawaian Akta Makanan 1983. Kepekatan logam Cd bagi semua spesies bivalvia adalah dalam julat $0 - 0.07 \text{ mgkg}^{-1}$, $22 - 86 \text{ mgkg}^{-1}$ bagi logam Zn, $16 - 159 \text{ mgkg}^{-1}$ bagi logam Fe, $0 - 6 \text{ mgkg}^{-1}$ bagi logam Pb dan $2 - 44 \text{ mgkg}^{-1}$ bagi logam Cu. Walaubagaimanapun, terdapat juga beberapa spesies bivalvia yang mempunyai kepekatan logam Pb dan Cu yang tinggi sehingga melebihi had maksimum kepekatan logam Pb (2 mgkg^{-1}) dan Cu (30 mgkg^{-1}) di dalam Akta Makanan 1983. Kepekatan logam Pb yang melebihi had maksimum dalam Akta Makanan 1983 dicatatkan pada spesies *Callista sp.* di stesen S1 ($2.575 \pm 0.652 \text{ mgkg}^{-1}$) di kawasan Sabandar, spesies *Polymesoda expansa* pada stesen T1 dan T3 ($2.43 \pm 0.21 \text{ mgkg}^{-1}$ dan $2.81 \pm 0.41 \text{ mgkg}^{-1}$ masing – masing) di kawasan Salut, spesies *Crassostrea gigas* pada stesen M2 ($3.71 \pm 1.47 \text{ mgkg}^{-1}$) di kawasan Mengkabong. Manakala bagi kepekatan logam kuprum yang melebihi had maksimum (30 mgkg^{-1}) dalam Akta Makanan 1983 hanya dicatatkan pada spesies *Callista sp.* di stesen M1 dan M2 ($43.525 \pm 6.600 \text{ mgkg}^{-1}$ dan $43.658 \pm 2.963 \text{ mgkg}^{-1}$ masing – masing) di kawasan Mengkabong.

HEAVY METALS CONCENTRATION IN BIVALVES SPECIES IN TUARAN COASTAL AREA

ABSTRACT

This research is to determine the concentration of trace element such as cadmium (Cd), lead (Pb), copper (Cu), zinc (Zn) and iron (Fe) in species *Crassostrea gigas*, *Polymesoda expansa*, *Perna viridis* and *Callista sp.* on area Sabandar beach, Salut mangrove, dan Mengkabong mangrove at Tuaran area and also to determine which areas are polluted by trace elements and to determine whether mollusks species eatable in research area by compare the concentration of trace elements in Food Act 1983. About 15 stations were selected from the three districts, that each have different bivalves species. Methods used in this study are wet digestion method using nitric acid, hydrochloric acid and sulphuric acid, followed by AAS analysis to determine the level of each heavy metals in the samples. In overall, most of the samples have metals concentration below the maximum level provided by the Food Act 1983. Concentration of Cd was recorded in bivalves species are in range $0 - 0.07 \text{ mgkg}^{-1}$, $22 - 86 \text{ mgkg}^{-1}$ for Zn, $16 - 159 \text{ mgkg}^{-1}$ for Fe, $0 - 6 \text{ mgkg}^{-1}$ for Pb, and $2 - 44 \text{ mgkg}^{-1}$ for Cu. The results also showed that there are a few bivalves' species which have the concentration of heavy metals higher than the maximum limit provided by the Malaysia Food Act 1983. *Crassostrea gigas* in station M2 ($3.71 \pm 1.47 \text{ mgkg}^{-1}$) on Mengkabong area, *Polymesoda expansa* in station T1 and T3 ($2.43 \pm 0.21 \text{ mgkg}^{-1}$ and $2.81 \pm 0.41 \text{ mgkg}^{-1}$) on Salut area, and *Callista sp.* in station S1 ($2.575 \pm 0.652 \text{ mgkg}^{-1}$) on the Sabandar area recorded highest concentration of Pb which is above the maximum level (2 mgkg^{-1}). While, copper also exceeded the maximum level of Food Act 1983 in *Crassostrea gigas* at station M1 ($43.658 \pm 2.963 \text{ mgkg}^{-1}$) and M2 ($43.525 \pm 6.600 \text{ mgkg}^{-1}$) on Mengkabong area.

SENARAI KANDUNGAN

MUKA SURAT

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI RINGKASAN/SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Kajian	3
1.3 Skop Kajian	4
1.4 Objektif Kajian	4
BAB 2 ULASAN LITERATUR	5
2.1 Logam – Logam Berat	7
2.1.1 Kadmium	7
2.1.2 Kuprum	9
2.1.3 Plumbum	10
2.1.4 Zink	12
2.1.5 Ferum	13
2.2 Spesies Bivalvia	14
2.2.1 <i>Crassostrea gigas</i> (tiram)	15

2.2.2	<i>Polymesoda expansa</i> (Lokan)	16
2.2.3	<i>Perna viridis</i> (Kupang)	17
2.2.4	<i>Callista sp.</i>	17
2.3	Akta Makanan 1983	18
BAB 3	BAHAN DAN KAEDEAH	20
3.1	Lokasi Kajian	20
3.2	Penyediaan Sampel	22
3.3	Pengeringan Sampel	22
3.4	Penghadaman basah	23
3.5	Analisis Logam Berat	23
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	25
4.1	Kepekatan Logam Berat	25
4.1.1	Kepekatan Logam Kadmium (Cd) dalam spesies	26
4.1.2	Kepekatan Logam Plumbum (Pb) dalam spesies	28
4.1.3	Kepekatan Logam Kuprum (Cu) dalam Spesies	30
4.1.4	Kepekatan Logam Zink (Zn) dalam Spesies	32
4.1.5	Kepekatan Logam Ferum (Fe) dalam Spesies	34
4.3	Perbandingan dengan Kajian Terdahulu	36
4.3.1	Kepekatan logam berat dalam spesies <i>Perna viridis</i>	37
4.3.2	Kepekatan logam berat dalam spesies <i>Polymesoda e.</i>	38
BAB 5	KESIMPULAN	40
RUJUKAN		42
LAMPIRAN		45

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.3	Had maksimum kepekatan logam berat	19
4.2.1	Jadual ANOVA bagi kepekatan logam kadmium dalam spesies bivalvia di setiap stesen	LAMPIRAN J
4.2.2	Jadual ANOVA bagi kepekatan logam plumbun dalam spesies bivalvia di setiap stesen	LAMPIRAN J
4.2.3	Jadual ANOVA bagi kepekatan logam kuprum dalam spesies bivalvia di setiap stesen	LAMPIRAN J
4.2.4	Jadual ANOVA bagi kepekatan logam zink dalam spesies bivalvia di setiap stesen	LAMPIRAN K
4.2.5	Jadual ANOVA bagi kepekatan logam ferum dalam spesies bivalvia di setiap stesen	LAMPIRAN K
4.3.1	Perbezaan kepekatan logam berat dalam spesies <i>Perna viridis</i> diantara hasil kajian dan kajian daripada Yap <i>et al</i> (2004)	40
4.3.2	Perbezaan kepekatan logam berat dalam spesies <i>Perna viridis</i> diantara hasil kajian dan kajian daripada Cuong <i>et al</i> (2005)	41

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
3.1.1 Peta sekitar kawasan Tuaran	21
4.2 Kepekatan logam kadmium (Cd) dalam setiap spesies bivalvia	27
4.3 Kepekatan logam Plumbum (Pb) dalam setiap spesies bivalvia	29
4.4 Kepekatan logam kuprum (Cu) dalam setiap spesies bivalvia	31
4.5 Kepekatan logam zink (Zn) dalam setiap spesies bivalvia	33
4.6 Kepekatan logam Ferum (Fe) dalam setiap spesies bivalvia	35



SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
2.2.1 Spesies <i>Crassostrea gigas</i> (Tiram)	LAMPIRAN A
2.2.2 Spesies <i>Polymesoda expansa</i> (lokan)	LAMPIRAN A
2.2.3 Spesies <i>Perna viridis</i> (kupang)	LAMPIRAN B
2.2.4 Spesies <i>Callista sp.</i>	LAMPIRAN B
3.1.1 Keadaan di Kawasan Paya Bakau Salut	LAMPIRAN C
3.1.2 Keadaan di kawasan pantai Sabandar	LAMPIRAN C
3.1.3 Keadaan di kawasan paya bakau Mengkabong	LAMPIRAN D
4.2 Saluran parit dan sisa air buangan di kawasan pantai Sabandar	LAMPIRAN I

SENARAI SIMBOL

$\mu\text{g}/\text{hari}$ Mikrogram/hari

$\mu\text{g}/\text{g}$ Mikrogram/gram

mg/L milligram/liter

mgkg⁻¹ milligram/kilogram

μm mikrometer

g gram

% Peratus

n number of mol

ml milliliter

°C celcius

SENARAI RINGKASAN/SINGKATAN

Fe	Besi/Ferum
Cu	Kuprum
Zn	Zink
Pb	Plumbum
Cd	Kadmium
CdCl^+	ion Kadmium klorida
CdCl_2	Kadmium (II) klorida
CdCl_3^{-1}	ion Kadmium (III) klorida
Cd^{2-}	ion Kadmium
Cu(OH)_2	kuprum Hidroksida
Cu^{2+}	ion kuprum
Pb^{2+}	ion Plumbum
Zn(OH)_2	Zink hidroksida

ZnCl Zink klorida

Zn²⁺ ion Zink

Fe(II) Ferum (II)

Fe(III) Ferum (III)

AAS atomic absorption spectrometer

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pantai dan paya bakau adalah salah satu sumber ekonomi kepada Negara Malaysia terutamanya di Sabah. Kebanyakan pantai dijadikan sebagai tempat untuk industri pelancongan kerana pantai adalah satu tempat yang indah dan aman yang menjadi tumpuan khususnya kepada pelancong luar Negara. Begitu juga dengan paya bakau yang kaya dengan sumber makanan seperti ikan dan kerang yang dijadikan sebagai sumber pendapatan kepada penduduk yang tinggal di kawasan tersebut.

Namun begitu, kebersihan pantai dan paya bakau telah terjejas pada masa kini. Sebagai contoh, dapat dilihat pada kawasan pantai dan paya bakau di Sabah, banyak longgokan sampah sarap yang wujud di kawasan tersebut. Ini kerana semakin ramai yang tidak menghiraukan kebersihan pantai dan juga paya bakau. Selain itu,

terdapat juga tempat peranginan dan kilang yang berdekatan dengan pantai membuang sisa air kumbahan di kawasan tersebut. Hasil daripada aktiviti ini, peningkatan terhadap logam berat yang berbahaya seperti plumbum dan kadmium akan berlaku.

Sekiranya perkara seperti ini berlarutan pada kawasan pantai dan paya bakau, ia akan memberi kesan buruk kepada manusia seperti sumber makanan akan tercemar. Diketahui bahawa peningkatan logam berat ini memberi kesan negatif kepada manusia seperti keracunan makanan atau kehilangan sumber pendapatan. Dengan itu, pemantauan dan pemerhatian haruslah dibuat di setiap kawasan yang berpenduduk tinggi pada kawasan pantai dan paya bakau bagi mengelak dan memantau sejauh mana masalah seperti ini berlaku di kawasan tersebut.

Pelbagai kaedah dalam memantau kualiti air dikawasan pantai dan paya bakau telah dibuat di Sabah dan antaranya adalah dengan menggunakan organisma akuatik seperti kerang. Kaedah ini bukan sahaja dapat menentukan tahap kualiti air, malah ia juga dapat menentukan sama ada organisma akuatik tersebut dapat dimakan dengan selamat. Dalam kajian ini, kerang sesuai digunakan sebagai agen pemerhatian kerana sifatnya yang kurang bergerak dari suatu kawasan ke kawasan yang lain. Disamping itu juga, kerang mudah ditemui di kawasan pantai dan juga di paya bakau yang menjadi habitat kepada kerang tersebut.

Negeri Sabah adalah salah sebuah negeri di Malaysia yang kaya dengan spesies kerang. disamping itu juga, kerang menjadi salah satu makanan yang penting di negeri

tersebut khususnya di daerah Tuaran. Daerah ini juga menjadi tumpuan pelancong dari luar Negara kerana pantainya yang indah dan kaya dengan alam semulajadi. Selain itu, daerah ini kaya dengan sumber makanan laut seperti ikan dan juga kerang. Kebanyakan penduduk di perkampungan Tuaran ini juga menangkap ikan dan kerang untuk dijadikan sebagai makanan dan untuk dijual sebagai sumber pendapatan mereka terutamanya di kawasan Salut, Sabandar dan Mengkabong.

Ketiga – tiga kawasan ini juga terdapat banyak spesies bivalvia yang menjadi sumber makanan dan ternakkan kepada penduduk di kawasan tersebut. Namun begitu, kerang di kawasan ini mula tercemar dengan logam - logam berat yang disebabkan oleh aktiviti manusia seperti sektor perindustrian dan ini akan menjadi masalah kepada penduduk sekiranya tidak diketahui sejauh mana makanan laut ini tercemar dengan logam berat.

1.2 Kepentingan Kajian

Melalui kajian ini, ia dapat menilai sejauh mana pencemaran logam berat di kawasan paya bakau dan pantai Tuaran. Selain itu, ia dapat mengenalpasti sekiranya spesies bivalvia di kawasan paya bakau dan pantai Tuaran selamat untuk di makan. Ini kerana spesies bivalvia seperti lokan adalah salah satu sumber makanan laut yang utama bagi penduduk di kawasan Tuaran.

Langkah berjaga – jaga juga dapat dilakukan dengan segera sekiranya terdapat peningkatan logam berat dalam kerang bagi mengelak sebarang masalah yang berkaitan dengan keracunan makanan serta pencemaran air.

1.3 Skop Kajian

Skop kajian ini adalah mengukur tahap kandungan logam berat pada setiap spesies kerang yang terdapat di sekitar pantai Tuaran sahaja iaitu di sekitar Pantai Sabandar, paya bakau Salut dan paya bakau Mengkabong. Ia tertumpu pada kawasan penduduk yang memakan kerang. Hanya spesies tertentu sahaja yang akan di kutip di sekitar pantai Tuaran seperti *Crassostrea gigas*, *Perna veridis* *Polymesoda expansa*, dan *Callista sp.* Sekiranya keempat-empat spesies ini tidak ditemui di kawasan kajian, maka spesies bivalvia lain yang boleh dimakan diambil sebagai sampel dalam kajian ini.

1.4 Objektif Kajian

1. Menentukan kepekatan logam berat kadmium, plumbum, kuprum, zink dan ferum dalam spesies *Crassostrea gigas*, *Polymesoda expansa*, *Perna viridis* dan *Callista sp.* di sekitar kawasan Salut, pantai Sabandar dan Mengkabong.

2. Menentukan spesies bivalvia yang terdapat di sekitar kawasan kajian selamat dimakan dengan membuat perbandingan dengan kepekatan logam berat dalam Akta Makanan 1983.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

Kajian terdahulu telah menyatakan bahawa sejak dari 1970 lagi, sumber makanan laut seperti kerang dikatakan dapat membahayakan kesihatan kepada manusia khususnya di Malaysia dan kebanyakkan data yang terdapat dalam kajian mengenai logam berat dalam spesies kerang telah diambil di semenanjung Malaysia. Secara amnya, sesetengah spesies kerang telah menjadi agen utama dalam membawa logam berat di semenanjung Malaysia (Yap *et al.*, 2002). Namun begitu, mengikut kajian, kadar logam berat yang terdapat dalam spesies hidupan laut yang boleh dimakan seperti kerang di semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak masih dalam tahap yang selamat dan tidak melebihi had maksimum yang diperlukan didalam Akta Makanan 1983 dan Peraturan-Peraturan 2001. Maka, sumber makanan laut seperti kerang masih selamat untuk dimakan oleh penduduk Malaysia (Yap *et al.*, 2004).

Kerang adalah salah satu makanan laut yang kaya dengan sumber protein yang diperlukan dalam diet manusia. Dalam kajian, terdapat 60% protein pada setiap 100 g

(berat kering) tisu lembut dalam spesies *Perna viridis*. Dalam konteks nutrisi, biasanya sumber logam berat yang ada pada tisu lembut kerang adalah seperti ferum dan zink, serta sesetengah vitamin seperti niacin, thiamin dan riboflavin. Tambahan pula, ia juga mengandungi asid lemak poli-tak tepu (n-3) iaitu penting untuk mengurangkan risiko penyakit kardiovaskular (Yap *et al.*, 2004).

Tetapi makanan laut adalah salah satu punca manusia terdedah dengan logam berat bagi populasi manusia yang tinggal berdekatan dengan kawasan pantai. Kadar mineral yang meningkat di sekitar kawasan pantai membenarkan logam berat untuk memasuki badan hidupan laut yang boleh dimakan. Logam berat juga boleh meningkat pada hidupan laut melalui proses biologikal iaitu pengaliran logam berat melalui rantai makanan di dalam alam marin (Mohammad Iqbal *et al.*, 2002). Biasanya kerang adalah salah satu penyebar kepada logam berat ini.

Logam berat yang terdapat pada tisu lembut kerang akan sentiasa berakumulasi dari masa ke semasa dan akan menjadi lebih bertoksik dengan kepekatan yang semakin meningkat (Yap *et al.*, 2002). Bioakumulasi logam berat dalam organisma akuatik organik seperti kerang tidak semestinya bergantung kepada kepekatannya sahaja, tetapi juga bergantung kepada faktor sekitaran dan juga biologikal. Contohnya seperti perubahan pada suhu dapat memberi kesan kepada proses bioakumulasi dan juga fizikal badan kerang. Ia juga memberi kesan kepada kimia spesifikasi, pH dan kinetik fizikal. Mengikut teori, bioakumulasi dalam marin akan meningkat apabila suhu tinggi serta

perubahan dalam sekitaran juga berkait rapat antara satu sama lain. (Valentine dan Ronny, 2007).

2.1 Logam – Logam Berat

Seperti yang diketahui, logam berat seperti Ferum, kuprum, Zink, Plumbum, dan kadmium dapat berakumulasi dengan hidupan akuatik dalam rantai makanan, ataupun tersebar luas di persisiran pantai melalui proses semula jadi dan melalui aktiviti manusia seperti perindustrian, telah menjadi perhatian kepada kesihatan awam tentang ketoksikkannya serta keupayaannya untuk berakumulasi didalam tisu lembut pada kerang (Usero *et al.*, 2005). Logam berat seperti ferum, kuprum, zink, plumbum, dan kadmium mempunyai sumber-sumber serta ketoksikkannya berbeza kepada manusia.

2.1.1 Kadmium

Kadmium adalah logam yang berwarna putih dengan berat 112.4. Takat suhu lebur logam ini ialah 321 °C dan logam ini mudah meruap. Di dalam air, logam berat ini wujud dalam bentuk ion bebas dan ia adalah salah satu logam berat yang tidak larut dalam air (David & Philip, 1993). Mengikut kajian, 303 tan metrik kadmium yang terlarut masuk ke dalam lautan setiap tahun melalui sungai, dan 405 ke 708 tan metriks kadmium yang terlarut dan tepu memasuki badan lautan setiap tahun melalui atmosfera (Sidoumou *et al.*, 2006). Kewujudan kadmium dalam bentuk larutan dan pepejal pada badan air laut adalah berbeza. $CdCl_3^+$, $CdCl_2$ dan $CdCl_3^{-1}$ adalah sebahagian spesies cadmium terlarut

yang paling dominant di dalam air laut (Valentine & Ronny, 2007).. Namun ia bergantung kepada tahap kemasinan air laut tersebut. Difahami, ion Cd²⁺ adalah spesies kadmium yang paling bertoksik dalam laut. Namun bagitu, kehadirannya adalah jarang dan cuma 3% di dalam lautan. Kadmium disifatkan sebagai logam berat yang bebas bergerak di alam marin (Kennish, 1998).

Kepekatan kadmium dalam otot dan seluruh tisu tumbuhan marin, ikan, burung dan mamalia adalah sekitar 0.001 hingga 277 µg/g berat kering (Yap *et al.*, 2004). Namun pada alam marin, kepekatan kadmium meningkat dengan meningkatnya proses tropika di dalam alam tersebut. Spesies moluska dan oyster adalah antara spesies yang mempunyai kepekatan logam berat seperti kadmium yang tinggi di dalam hidupan laut kerana keupayaan spesies ini untuk berakumulasi dengan logam berat (Yap *et al.*, 2002). Kecenderungan kepekatan kadmium untuk meningkat dalam tisu lembut pada spesies kerang adalah berkadar dengan usia dan saiz kerang tersebut (WHO, 1996).

Menurut kajian, kadmium adalah antara logam berat yang paling bertoksik kepada tumbuhan, haiwan dan juga manusia. Bagi manusia, sumber logam berat kadmium adalah dari diet makanan. Jumlah kadmium yang diambil setiap hari oleh manusia dalam makanan adalah sekitar 8 hingga 100 µg/hari (Kennish, 1998). Gejala ketoksikan yang berlaku apabila manusia mengambil kadmium pada kadar yang melebihi 15 mg/L akan bermula dengan rasa mual, muntah-muntah, kejang pada abdomen, sakit kepala dan seterusnya melarat kepada kerosakkan pada buah pinggang, pundi kencing, dan

mengalami penyakit sum-sum tulang (WHO, 1996). Logam berat kadmium juga sering dikaitkan dengan penyakit Parkinson (Yap *et al.*, 2004).

2.1.2 Kuprum

Kuprum adalah salah satu logam berat yang menjadi komponen utama dalam batu-batuhan di alam semulajadi (Forstner, 1983). Kuprum terbentuk pada keadaan semulajadi seperti sulfida, garam sulfat, sulfat, dan karbonat. Kepekatan kuprum dalam air laut adalah antara 0.05 hingga 0.35 $\mu\text{g/L}$ pada permukaan air laut, dan kepekatan ini bertambah kepada 0.5 $\mu\text{g/L}$ di dasar laut (WHO, 1996). Kepekatan kuprum terlarut juga adalah tinggi pada bahagian muara dan pinggiran pantai laut, dimana kepekatan ini akan meningkat pada kawasaan air laut yang mengandungi tahap kemasinan yang rendah (Kennish, 1998). Logam berat kuprum mempunyai affiniti yang kuat dengan organik ligan kompleks serta zarah-zarah bakteria yang seterusnya membentuk suatu larutan yang toksik kepada air laut (Yap *et al.*, 2002).

Kuprum adalah sumber mineral yang penting pada pembentukkan darah di dalam badan manusia. Namun begitu, mineral ini akan menjadi toksik kepada manusia, tumbuhan dan haiwan apabila kandungan logam ini adalah tinggi (Zhou *et al.*, 2004). Gejala ketoksikan kuprum kepada badan manusia adalah seperti diarrhea, gastik pada perut, masalah pada buah pinggang, dan hati dan seterusnya melarat kepada penyakit kronik seperti penyakit buah pinggang dan hati (Yap *et al.*, 2004).

Rujukan

- Brusca R. C. & Brusca G. J., 2003. *Invertebrates, Second Edition*. Sinauer Associates Inc. USA.
- Cheung, Y. H., & Wong, M. H., 1992. Comparison of trace metal contents of sediments and mussels collected within and outside Tolo Harbour, Hong Kong. *Environmental Management* **16**, 743 – 751.
- Cheung, Y. H., & Wong M. H., 1992. Trace metal contents of Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) purchased from markets in Hong Kong. *Environmental Management* **16**, 753 – 761.
- Chu, F. L. E., Volety, A. K., Constantin, G., 1996. A comparison of *Crassostrea gigas* and *Crassostrea virginica* - effects of temperature and salinity on susceptibility to the protozoan parasite, *Perkinsus marinus*. *Journal of Shellfish Research* **15**:375-380.
- Cuong, D. T., Bayen, S., Wurl, O., Subramanian, K., Wong, K. K. S., Sivasothi, N., Jeffrey Philip Obbard, P. J., 2005. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. *Marine Pollution Bulletin* **50**, 1713–1744.
- David J.H Phillips & Philip S. Rainbow. 1993. *Biomonitoring Of Trace Aquatic Contaminants*, Environmental Management Series, Chapman and Hall.
- Diederich, S. (2006). High survival and growth rates of introduced Pacific oysters may cause restrictions on habitat use by native mussels in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **328**, 211-227.
- Forstner, U., & Wittman, G. T. W., 1983. metal pollution in the Aquatic Environment. Springer – Verlag, Berlin.
- Henryk Matusiewics, 2003. Wet digestion method. *Department of analytical Chemistry* **13**, 60-965. Poland.
- Hiemstra Tjissem, & Riemsdijk V. W. H., 2006. Biogeochemical speciation of Fe in ocean water. *Marine Chemistry* **102**, 181–197.

- Giordano, R., Arata, P., Ciaralli, L., Rinaldi, S., Giani, M., Cieero, AM, & Costantini, S., 1991. Heavy metals in mussels and fish from Italian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, **22**, pp. 10 – 14.
- Joinis, C. R., & Azokwu, M. I., 1999. Heavy Metals in the Bivalve *Anadara* (*Senilia*) *senilis* from Nigeria. *Marine Pollution Bulletin* **38**, 618 – 622.
- Kennish M. J., 1998. *Pollution Impacts on Marine Biotic Communities*. CRC Marine Science Series, New Brunswick, New Jersey.
- Liang, L. N., He, B., Jiang, G. B., Chen, D. Y., & Yao, Z. W., 2004. Evaluation of mollusks as biomonitoring to investigate heavy metal contaminations along the Chinese Bohai Sea. *Science of the Total Environment* **324**, 105-113.
- Mohammad Iqbal Hashmi, Saleem Mustafa, Shabbir Ahmad Tariq, 2002, Heavy metal concentrations in water and tiger prawn (*Penaeus monodon*) from grow-out farms in Sabah, North Borneo. *Food Chemistry* **79**, 151–156.
- Marcelo, E. C. & Gaetano C., 2003. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research* **93**, 99–112.
- Mubiana, V.K., Vercauteren, K., Blust, R., 2006. The influence of body size, condition index and tidal exposure on the variability in metal bioaccumulation in *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution* **144**, 272–279.
- Sidoumou Z., Gnassia-Barelli M., Siau Y., Morton V. and Roméo M., 2006. Heavy metal concentrations in molluscs from the Senegal coast. *Environmental International*, **32**, 384-387.
- Usero Jose', Morillo Jose' dan Gracia Ignacio, 2005. Heavy metal concentrations in molluscs from the Atlantic coast of southern Spain. *Chemosphere* **59**, 1175–1181.
- Valentine K. Mubiana, Ronny Blust, 2007. Effects of temperature on scope for growth and accumulation of Cd, Co, Cu and Pb by the marine bivalve *Mytilus edulis*. *Marine Environmental Research*, **63**, 219–235.
- Wen Liang-Saw, Jiann Kuo-Tung dan Peter H. Santschi, 2006. Physicochemical speciation of bioactive trace metals (Cd, Cu, Fe, Ni) in the oligotrophic South China Sea. *Marine Chemistry* **101**, 104–129.

WHO, World Health Organization, Geneva, 1996, *Trace elements in human nutrition and health*. Belgium.

Yap C.K., Ismail A., Tan S.G. dan Omar H, 2004. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb, and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue od green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International* **28**, 117-126.

Yap C.K., Ismail A. dan Tan S.G., 2002. Heavy metal (Cd, Cu, Pb and Zn) concentrations in the green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) collected from some wild and aquacultural sites in the west coast of Peninsular Malaysia. *Food Chemistry* **84**, 569–575.

Zhou Huai-yang, Peng Xiao-tong dan Pan Jian-ming, 2004. Distribution, Source and Enrichment of Some Chemical Elements in Sediments of the Pearl River Estuary, China. *Continental Shelf Research* **24**, 1857-1875.