

KEPEKATAN LOGAM BERAT DALAM SPESIES
GASTROPODA DI KAWASAN TANJUNG
DUMPIL, PUTATAN, SABAH

NADEEN SERINA BINTI MARCELL USUP

PROGRAM SAINS SEKITARAN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2014



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

KEPEKATAN LOGAM BERAT DALAM SPESIES
GASTROPODA DI KAWASAN TANJUNG
DUMPIL, PUTATAN, SABAH

NADEEN SERINA BINTI MARCELL USUP

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

PROGRAM SAINS SEKITARAN
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2014

PENGAKUAN

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

NADEEN SERINA BINTI MARCELL USUP

(BS11110408)

26 JUN 2014

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

PENYELIA

(CIK KAMSIA BUDIN)

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan ribuan terima kasih saya tujukan kepada Penyelia saya iaitu Cik Kamsia Budin yang telah memberi sokongan padu dan tunjuk ajar sepanjang menyiapkan disertasi ini. Segala tunjuk ajar beliau amatlah dihargai. Tidak lupa penghargaan ini juga ditujukan kepada pensyarah-pensyarah Sains Sekitaran yang turut terlibat dalam memberi nasihat dan pandangan sehinggalah disertasi ini berjaya disiapkan.

Seterusnya, penghargaan ini ditujukan juga kepada kedua-dua ibu bapa saya yang telah memberi sokongan dari segi moral dan kewangan dari awal sehingga selesainya disertasi ini. Selain itu, kepada Pembantu Makmal Sains Sekitaran iaitu Encik Neldin Jeoffery dan Encik Mohd Syaufie Bin Lamjim yang telah membantu di makmal. Di sini saya juga ini mengambil peluang mengucapkan jutaan terima kasih kepada makcik Liyana yang telah membantu ketika menjalankan aktiviti persampelan. Segala jasa dan pertolongan yang dihulurkan daripada rakan-rakan seperjuangan saya ucapkan terima kasih.

ABSTRAK

Kepekatan dalam empat logam iaitu Kadmium (Cd), Kuprum (Cu), Plumbum (Pb) dan Zink (Zn) dalam spesies gastropoda seperti *Cerithideopsisilla djadjariensis*, *Chicoreus capucinus* dan *Nassarius dorsatus* telah dikaji di kawasan Tanjung Dumpil. Lima stesen telah dipilih dan setiap stesen terbahagi pada tiga bahagian. Kaedah yang digunakan dalam kajian ini adalah penghadaman kering bagi gastropoda menggunakan asid nitrik manakala kaedah *aqua regia* dengan campuran asid nitrik dan asid hidroklorik (1v:3V) bagi sedimen seterusnya dianalisis menggunakan *Inductively Couple Plasma-Optical emission Spectrometry* (ICP-OES) iaitu mesin pengesanan kandungan logam berat. Tambahan pula, julat kepekatan logam Cd, Cu, Pb dan Zn masing-masing bagi bahagian isi adalah 0.0051–0.0213 mg/kg, 0.0668–0.5690 mg/kg, 0.0028–0.0170 mg/kg dan 0.5055–14.0852 mg/kg manakala bagi bahagian salur pencernaan adalah 0.0071–0.0476 mg/kg, 0.4389–17.0108 mg/kg, 0.0055–0.0273 mg/kg dan 1.0615–57.3079 mg/kg. Korelasi *Pearson* menunjukkan terdapat hubungkait antara kepekatan logam berat dalam air dan gastropoda iaitu logam Zn dalam dengan logam Zn dalam bahagian isi ($p < 0.05 = 0.021$; $r = 0.344$) dan salur pencernaan ($p < 0.05 = 0.034$; $r = 0.320$) spesies *n. dorsatus*. Hasil korelasi *Pearson* antara kepekatan logam berat dalam sedimen dan gastropoda spesies *c. djadjariensis* juga menunjukkan terdapatnya hubungan signifikan iaitu antara logam Cd dengan logam Cd dalam salur pencernaan ($p < 0.01 = 0.001$; $r = 0.462$) manakala logam Cu dengan logam Cu dalam isi ($p < 0.05 = 0.018$; $r = 0.355$); logam Pb dengan logam Pb isi ($p < 0.01 = 0.008$; $r = 0.391$) dan salur pencernaan ($p < 0.01 = 0.007$; $r = 0.399$) serta logam Zn dengan logam Zn isi ($p < 0.05 = 0.030$; $r = 0.328$). Kesemua logam berat yang dikaji didapati tidak melebihi had yang dibenarkan oleh kedua-dua piawaian iaitu Akta Makanan Malaysia 1983 dan FAO.

**CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN GASTROPOD SPECIES AT
TANJUNG DUMPIL AREA, PUTATAN, SABAH**

ABSTRACT

*Concentrations of four metals of Cadmium (Cd) , Copper (Cu) , Lead (Pb) and Zinc (Zn) in species of gastropods such as Cerithideopsisilla djadjariensis, Chicoreus capucinus and Nassarius dorsatus had been studied in Tanjung Dumpil. Five stations were selected and each station is divided into three points. The method used in this study is Parr Bomb for gastropods using nitric acid and aqua regia method with a mixture of nitric acid and hydrochloric acid (1v:3V) for sediment and further analyzed using Inductively Couple Plasma-Optical emission Spectrometry (ICP-OES), which is a detection machine for heavy metals. Furthermore, the range of metal concentrations of Cd, Cu, Pb, and Zn respectively for the edible part is 0.0051–0.0213 mg/kg, 0.0668–0.5690 mg/kg, 0.0028–0.0170 mg/kg and 0.5055–14.0852 mg/kg, meanwhile for the digestive tract is 0.0071–0.0476 mg/kg, 0.4389–17.0108 mg/kg, 0.0055–0.0273 mg/kg and 1.0615–57.3079 mg/kg. Pearson correlation shows that there was a relationship between the concentration of heavy metals in water and the gastropod of metal Zn in water and Zn in digestive tract ($p < 0.05 = 0.021$; $r = 0.344$) in *n. dorsatus* species. The results of Pearson correlation between the concentration of heavy metals in sediments and gastropod *c. djadjariensis* species also shows there was a significant correlation between Cd metal and Cd metal in digestive tract ($p < 0.01 = 0.001$; $r = 0.462$), meanwhile Cu metal and Cu metal in edible part ($p < 0.05 = 0.018$; $r = 0.355$); Pb metal and Pb metal in edible part ($p < 0.01 = 0.008$; $r = 0.391$) and digestive tract ($p < 0.01 = 0.007$; $r = 0.399$) and Zn metal and Zn metal in edible part ($p < 0.05 = 0.030$; $r = 0.328$). All four heavy metals studied appears do not exceed the permissible limits permitted by both standards of Malaysia Food Regulation 1983 and FAO.*

KANDUNGAN

	Muka surat
PENAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Kepentingan Kajian	3
1.3 Skop Kajian	4
1.4 Objektif Kajian	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Sedimen	6
2.2 Logam Berat	7
2.2.1 Kadmium	8
2.2.2 Kuprum	9
2.2.3 Plumbum	11
2.2.4 Zink	12
2.3 Gastropoda	13
2.3.1 <i>Cerithideopsilla Djadjariensis</i>	15
2.3.2 <i>Chicoreus Capucinus</i>	15
2.3.3 <i>Nassarius Dorsatus</i>	16
2.4 Perhubungan antara Logam Berat dan Gastropoda	16
2.5 Akta Makanan Malaysia 1983	18

BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	
3.1	Kawasan Kajian	20
3.2	Persampelan	21
3.3	Penghadaman Sampel	22
3.4	Analisis Logam Berat	23
3.5	Penukaran Unit	23
3.6	Analisis Statistik	24
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	
4.1	Klasifikasi Spesies Gastropoda di Tanjung Dumpil	25
4.2	Logam Berat dalam Gastropoda, Sedimen dan Air	26
4.3	Kepekatan Logam Berat dalam Gastropoda	29
4.4	Kepekatan Logam Berat dalam Sedimen	32
4.5	Kepekatan Logam Berat dalam Air	34
4.6	Hubungkait antara Kepekatan Logam Berat Gastropoda, Sedimen dan Air	35
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Cadangan	39
RUJUKAN		40
LAMPIRAN		45

SENARAI JADUAL

No Jadual		Muka Surat
2.1	Had kepekatan logam berat dalam jasad air dan tisu ikan yang dibenarkan oleh Peraturan Makanan 1985 dan Akta Makanan Malaysia 1983	19
2.2	Had kepekatan logam berat dalam tisu ikan yang dibenarkan oleh <i>Food and Agriculture Organization</i>	19
3.1	Koordinat untuk stesen-stesen yang dikaji di Tanjung Dumpil	20
3.2	Had pengesanan dan gelombang ICP-OES	23
4.1	Foto-foto spesies gastropoda yang dijumpai di kawasan kajian	25
4.2	Min±sisihan piawai kepekatan logam berat (mg/kg) dalam spesies gastropoda dengan dibahagikan pada dua bahagian iaitu isi dan salur pencernaan	27
4.3	Min±sisihan piawai kepekatan logam berat (mg/kg) dalam sedimen berdasarkan stesen secara keseluruhan	28
4.4	Min±sisihan piawai kepekatan logam berat (mg/L) dalam air berdasarkan stesen secara keseluruhan	28
4.5	Analisis korelasi <i>Pearson</i> di antara kepekatan logam berat dalam air dan gastropoda	36
4.6	Analisis korelasi <i>Pearson</i> di antara kepekatan logam berat dalam sedimen dan gastropoda	36

SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka Surat
4.1	Min kepekatan logam berat dalam spesies gastropoda	29
4.2	Min kepekatan logam berat dalam sedimen	32
4.3	Min kepekatan logam berat dalam air	34

SENARAI SIMBOL

%	peratus
°C	darjah celcius
cm	sentimeter
G	gram
mg/kg	milligram per kilogram
mg/hari	milligram per hari
mg/L	milligram per liter
mg	milligram
µg/g	mikrogram per gram
µm	mikrometer
min	minit
mL	mililiter
nm	nanometer
V	isipadu

SENARAI SINGKATAN

Cd	Kadmium
Cu	Kuprum
Pb	Plumbum
Zn	Zink
HNO ₃	Asid Nitrik
HCl	Asid Hidroklorik
ISQG	Interim Kualiti Sedimen Marin
IMWQS	Interim Kualiti Air Marin Malaysia
BWAF	<i>Biota Water Accumulation Factor</i>
BSAF	<i>Biota Sediment Accumulation Factor</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
ICP-OES	<i>Inductively Couple Plasma-Optical Emission Spectrometry</i>
USEPA	<i>The United States Environmental Protection Agency</i>
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
UK	<i>United Kingdom</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Malaysia terletak pada kedudukan yang amat strategik oleh sebab ianya terletak berdekatan dengan persisiran pantai. Sumber-sumber makanan yang diperolehi datangnya dari hasil tangkapan para nelayan. Negeri Sabah merupakan negeri kedua terbesar dalam Malaysia. Sabah mempunyai keunikannya tersendiri kerana flora dan faunanya serta memiliki tempat-tempat yang menarik untuk dikunjungi. Sabah juga terkenal dengan pulau-pulaunya dan sebab itu ramai pelancongan sangat tertarik dan berminat untuk berkunjung ke negeri ini. Oleh kerana Sabah yang dikelilingi dengan laut atau persisiran pantai.

Makanan laut terdiri dari pelbagai jenis seperti ikan, udang, sotong, moluska, dan ketam. Makanan laut merupakan sumber protein utama serta sebagai diet seimbang dalam pemakanan manusia. Bukan sahaja membekalkan protein malah diperkaya dengan pelbagai elemen contohnya asid amino (He & Wang, 2013; Chien *et al.*, 2002). Dalam filum moluska terbahagi pada lima kumpulan utama iaitu Pelycopods, Gastropoda, Cephalopods, Scaphopods dan Amphineurans dan mempunyai lebih kurang 128,000 spesies dijumpai. Moluska, dari segi anatominya amatlah rumit serta pengkhususan juga berbeza (Eisler, 2010). Namun, dalam kajian ini akan lebih tertumpu pada spesis gastropoda. Antara lima kumpulan utama dalam filum Moluska, gastropoda adalah yang terbesar kerana mempunyai bermacam-macam jenis spesis yang telah dikenal

pasti. Gastropoda sendiri terbahagi pada tiga jenis spesies iaitu Caenogastropoda, Pulmonata (Brown & Lydeard, 2010) dan Opisthobranchia (Lewbart, 2011). Spesies-spesies gastropoda adalah lebih kurang ataupun serupa dengan kumpulan Pelycopods yang terdiri daripada kerang, tiram dan kupang. Kebanyakan gastropoda boleh dijumpai di bahagian bawah permukaan tanah dan memakan sisa-sisa ikan ataupun bahan-bahan dikompos. Mereka akan timbul pada permukaan air melalui keapungan demi mendapatkan makanan. Setelah sekian lama, gastropoda dikenali dengan kemampuannya untuk mengakumulasi logam berat apatah lagi pada kepekatan yang amat tinggi (Zhou *et al.*, 2008).

Umumnya, logam berat dianggap mempunyai nombor atom 22 hingga 92 dalam jadual berkala. Jika kehadiran logam amat tinggi ia sangat bertoksik akan tetapi biarpun pada kepekatan yang rendah boleh membawa maut. Terdapat dua kategori logam yang telah dibahagikan oleh *The United States Environmental Protection Agency* (USEPA) iaitu berbahaya dan tidak berbahaya. Logam yang telah dikategorikan sebagai berbahaya seperti merkuri walaupun pada kehadiran yang amat rendah mampu memberi impak buruk serta menjejaskan kesihatan manusia. Maka itu, langkah pengawalan dan pengawasan berterusan sangat diperlukan.

Walaupun bagaimanapun, ramai tidak menyedari bahawa makanan yang dimakan mungkin terdedah dengan logam-logam berat. Oleh sebab makanan laut mudah terdedah dengan logam berat maka tahap kesihatan manusia juga mudah terjejas dan kemungkinan berisiko tinggi. Begitu juga dengan spesies gastropoda kerana ia boleh menyerap logam berat melalui organ-organ dan tisu-tisu dalam badan mereka. Oleh yang demikian, gastropoda yang mengakumulasi logam berat pada kepekatan yang tinggi boleh mendedahkan manusia dengan risiko kesihatan jika memakannya (He dan Wang, 2013; Moolman *et al.*, 2007).

Pencemaran logam berat dalam ekosistem akuatik telah menarik perhatian para penyelidik. Sesetengah logam berat boleh berubah menjadi toksik di mana logam berat itu sendiri boleh berakumulasi dalam organisma sekali gus merebak ke seluruh rantaian makanan (Zhou *et al.*, 2008). Secara langsung atau tidak langsung, pencemaran logam berat ini boleh memusnahkan ekosistem sama ada dalam akuatik atau marin. Kemusnahan ini dapat dilihat apabila ia mengurangkan kepelbagaian spesies yang ada melalui pengumpulan logam dalam organisma dan rantaian makanan (Naser, 2013).

Proses-proses semulajadi seperti penghakisan tanah dan batu-batuan boleh menjadi punca mengapa logam berat dan elemen-elemen lain hadir dalam ekosistem akuatik tetapi hanya pada tahap yang rendah (Zhou *et al.*, 2008). Aktiviti-aktiviti manusia seperti perlombongan, perindustrian, sistem kumbahan dan perkilangan turut menyumbang pada pencemaran menyebabkan kadar logam berat dalam persekitaran dan ekosistem semakin meningkat. Bahkan pencemaran yang diakibatkan oleh pembuatan manusia telah melebihi dari punca semulajadi (Figueira *et al.*, 2011).

Kajian yang telah dibuat oleh Bhalchandra dan Ram (2013) menunjukkan kandungan logam berat dalam gastropoda turut dipengaruhi oleh logam berat di dalam persekitarannya sama ada di dalam sedimen ataupun air. Dari sudut pandangan ekotoksikologi, penyelidikan terhadap gastropoda banyak dijalankan kerana kemampuannya mengakumulasi logam berat dari persekitarannya sama ada melalui air ataupun makanan. BWAf/BSAF digunakan untuk menganggar sama ada moluska itu mengakumulasi logam dari permukaan air dan/atau sedimen tanah. Di samping itu, daripada perbandingan nilai BWAf/BSAF dapat menilai lain spesies siput yang berpotensi mengakumulasi logam dalam badan mereka.

1.2 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian ini adalah untuk memastikan gastropoda yang diambil sebagai sumber protein tidak mendatangkan risiko kepada kesihatan manusia. Memandangkan gastropoda hidup dan membiak dalam persekitaran berlumpur, maka mereka mudah terdedah pada pengumpulan logam berat yang seterusnya disimpan dalam organ-organ dan tisu-tisu mereka. Bagi mengetahui tahap pencemaran di kawasan kajian, sedimen dan air juga akan diambil bagi penentuan logam berat sekaligus mengkaji perhubungan antara tiga elemen tersebut iaitu gastropoda, sedimen, dan air. Tambahan pula, penduduk yang tinggal di kawasan tersebut akan mengutip sumber-sumber yang ada untuk pengambilan makanan mereka. Keputusan logam berat yang dianalisis pada tiga komponen tersebut dibandingkan dengan garis panduan yang telah ditetapkan dan perbandingan tersebut akan dibuat dengan Akta Makanan Malaysia 1983 dan juga *Food and Agriculture Organization*. Pada masa yang sama, kajian ini dilaksanakan adalah sebagai langkah berjaga-jaga agar keracunan makanan akibat pengambilan gastropoda tidak berlaku pada penduduk di kawasan tersebut. Tambahan pula, kajian yang dibuat oleh Kamsia Budin *et al.* (2013) sebelum ini menunjukkan bahawa kepekatan logam berat dalam isi dan salur pencernaan gastropoda telah melebihi had yang dibenarkan oleh Peraturan Makanan Malaysia 1985 serta melebihi had yang disyorkan oleh *Food and Agriculture Organization*. Maka ini, kajian ini dijalankan adalah untuk tujuan pemantauan sama ada kepekatan logam berat dalam gastropoda itu masih tinggi ataupun tidak di kawasan Tanjung Dumpil.

1.3 Skop Kajian

Kajian ini merangkumi penentuan kepekatan logam berat seperti kadmium (Cd), kuprum (Cu), plumbum (Pb), dan zink (Zn) dalam spesies gastropoda yang terdapat di Tanjung Dumpil, Putatan. Kawasan kajian adalah kawasan estuari, oleh sebab itu logam-logam berat ini dipilih tambahan lagi ia mudah terkumpul di

kawasan seperti estuari. Di samping itu, sedimen dan air di kawasan kajian juga diambil untuk persampelan bagi mengkaji adakah logam berat terdapat dalam sedimen dan air mempengaruhi logam berat dalam spesies gastropoda. Secara langsung, dengan menganalisis logam berat dalam tiga komponen iaitu gastropoda, sedimen, dan air, dapat memperolehi maklumat mengenai status atau tahap pencemaran yang berlaku di kawasan kajian tersebut.

1.4 Objektif Kajian

- a. Menentukan kepekatan logam berat terpilih seperti kadmium (Cd), kuprum (Cu), plumbum (Pb), dan zink (Zn) dalam spesies gastropoda yang terdapat di kawasan Tanjung Dumpil.
- b. Mengkaji hubungkait di antara taburan kepekatan logam berat spesies gastropoda dan sedimen kawasan Tanjung Dumpil.
- c. Membandingkan kepekatan setiap jenis logam berat yang berakumulasi dalam gastropoda dengan garis yang telah ditetapkan oleh Akta Makanan Malaysia 1983 dan *Food and Agriculture Organization*.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Sedimen

Sedimen memainkan peranannya dalam beberapa cara antaranya adalah untuk menentukan corak pencemaran terutama dalam ekosistem marin. Selain itu, sedimen juga bertindak sebagai pengutip dan serapan logam berat dalam ekosistem marin (Jamil Tajam dan Mohd Lias Kamal, 2013). Pencemaran logam berat dalam sedimen telah menarik perhatian oleh sebab peranannya sebagai pencemar tenggelam dan pembawa di mana membuatnya senang untuk berakumulasi dan berubah menjadi toksik. Di samping itu, ada kemungkinan logam berat yang mendap dalam sedimen akan dikitar semula ke dalam sistem air melalui pemprosesan kimia dan biologi (Yang *et al.*, 2012).

Bagi tujuan mengetahui atau memantau tahap pencemaran logam berat dalam persekitaran, sedimen dan air merupakan cara paling terdekat digunakan untuk dianalisis (Liang *et al.*, 2004; Zhou *et al.*, 2008). Penggunaan sedimen sebagai sampel mempunyai kelebihan seperti sedimen memainkan peranan penting terutama dalam penyaluran dan penyimpanan logam-logam. Selain itu, sedimen sering digunakan untuk mengenalpasti punca-punca kehadiran logam berat serta sedimen dapat mengesan tenggelam utama logam berat dan elemen-elemen tersebut berkekalan dalam ekosistem marin (Yap *et al.*, 2002). Namun, penentuan jumlah kandungan logam berat dalam sedimen tidak memuaskan ramai pihak. Hal ini oleh

sebab sejauh mana kadar logam berat itu mudah diserap oleh organisma-organisma atau mudah didapati di tempat tersebut tinggi (Liang *et al.*, 2004).

Yap *et al.* (2002), mengatakan bahawa sedimen merupakan tempat penyimpanan yang selamat dan sesuai bagi logam dan hanya jumlah yang minimum dilepaskan ke perairan pantai. Apatah lagi bahan-bahan kimia amat gemar berkumpul dalam sedimen. Pada masa yang sama, organisma-organisma dapat mengutip bahan cemar tersebut dan lama-kelamaan terkumpul dalam badan mereka (Palpandi *et al.*, 2012). Sedimen dikatakan penyepadu proses geokimia dan ia juga melalui transformasi dalam pelbagai bentuk fisiokimia. Setiap pembentukan fisiokimia itu mempunyai fungsi yang berlainan contohnya dalam menentukan proses penukaran antara sedimen dan air.

2.2 Logam berat

Istilah logam berat boleh dirujuk pada sekumpulan logam yang mempunyai sifat-sifat kimia yang sama, keupayaan menjana haba dan rintangan elektrik seiring dengan suhu, mudah dibentuk, dan kemuluran. Dengan sifat-sifat ini boleh tentukan sama ada logam tersebut adalah metalloid ataupun bukan logam. Namun demikian, kewujudan sifat-sifat seperti atas tidak akan dirujuk apabila logam tersebut telah memasuki alam sekitar kerana ia akan berubah menjadi bahan kimia.

Kehadiran logam berat dalam persekitaran adalah akibat kesan dari semulajadi ataupun pencemaran datangnya dari aktiviti-aktiviti manusia. Sebahagian dari logam berat ini memainkan peranan penting dalam tubuh badan seperti kuprum, ferum, dan zink. Sebahagian adalah tidak memberi apa-apa faedah antaranya plumbum, arsenic, dan merkuri. Oleh sebab logam ini tidak memberi manfaat pada tubuh badan, jadi pada kepekatan yang rendah boleh membawa kesan yang memudaratkan dan lebih teruk lagi ialah kematian. Walau apa pun, logam yang

mempunyai peranannya dalam tubuh badan, pada jumlah yang banyak tetap dapat menjejaskan kesihatan.

Manusia boleh terdedah dengan logam berat dalam kuantiti yang sedikit melalui makanan, air, dan udara. Bukan setakat itu, manusia juga boleh terdedah pada logam berat di tempat kerja oleh sebab bahan-bahan yang digunakan untuk membina bangunan tersebut adalah logam-logam ini. Bagaimanapun, setiap logam adalah berbeza dari perspektif di mana ia dijumpai dan juga bagaimana ia bertindak dalam tubuh badan. Makanya, pendedahan sahaja tidak bermakna ia cukup untuk mendatangkan bahaya atau penyakit.

Logam berat yang dikaji seperti kadmium, kuprum, ferum, plumbum, dan zink adalah kerana kemampuan masing-masing untuk berakumulasi dalam persekitaran dan juga gastropoda di mana boleh mendatangkan risiko terhadap kesihatan manusia jika mengambilnya pada kuantiti yang banyak.

2.2.1 Kadmium (Cd)

Kadmium dibebaskan ke dalam ekosistem secara berleluasa melalui aktiviti-aktiviti seperti perindustrian, perlombongan, perkilangan, tapak pelupusan sampah serta pembuangan sisa-sisa toksik. Banyak kajian telah dijalankan dan menunjukkan pendedahan Cd jelas memberi kesan negatif terhadap kesihatan manusia terutama sekali buah pinggang dan tulang termasuklah penyakit lain (Ju *et al.*, 2012). Cd dikategorikan sebagai karsinogen manusia oleh *International Agency for Research on Cancer* (IARC) pada tahun 1993. Terdapat bukti menunjukkan hubungan antara Cd dan barah paru-paru saling berkait serta dalam beberapa kajian juga menunjukkan pandangan positif dalam menyokong pendedahan pada Cd dapat meningkatkan lagi risiko barah prostat (Amiard *et al.*, 2008). Menurut Suhaimi *et al.* (2006), Cd amat bertoksik atas sebab tiadanya kawalan logam *homeostatic* dalam tubuh manusia.

Logam Cd lebih cenderung untuk berakumulasi dalam kerang-kerangan dan tahap ketoksikannya amat tinggi serta mempunyai separuh hayat 10 hingga 30 tahun. Umumnya Cd amat bertoksik pada kehidupan marin. Makanya, kepekatan yang rendah boleh mendatangkan masalah terhadap organisma-organisma marin. Contohnya sesuatu organisma tersebut akan menghadapi masalah kerosakan DNA bahkan berlakunya perubahan kromosom (Siboni *et al.*, 2004). Dalam kajian beliau menunjukkan gastropoda yang dikajinya iaitu spesies *hexaplex trunculus* berupaya mengumpul kepekatan logam Cd dalam hepatopancreas spesies tersebut dan sekaligus memberi bukti bahawa kehadiran logam Cd dalam organisma benthik diakibatkan oleh pencemaran minyak mentah.

Kajian dibuat oleh Nakisah Mat Amin *et al.* (2006), kepekatan logam Cd yang didapati dalam spesies *thais aculeata* adalah 11.3 µg/g secara keseluruhan. Di samping itu, dua jenis spesies gastropoda yang dikaji oleh Kamsia Budin *et al.* (2013) iaitu *cerithidea quadrata* dan *nerita lineata*, masing-masing mengumpul logam Cd sebanyak 0.12 mg/kg (isi); 1.27 mg/kg (salur pencernaan) dan 0.14 mg/kg (isi) dan 0.32 mg/kg (salur pencernaan). Yap dan Cheng (2013) juga mengkaji logam berat pada spesies yang sama iaitu *nerita lineata* dan dari hasil kajian tersebut, kepekatan logam Cd hadir pada bahagian operkulum tertinggi iaitu 6.83 µg/g. Sehubungan itu, tahap logam Cd lebih signifikan di operkulum dan cengkerang berbanding dari bahagian tisu lembut yang lain bagi *nerita lineata*. Berandah *et al.* (2010) menjumpai spesies gastropoda yang dikutip dari Sungai Janggut iaitu *chicoreus capucinus* mampu mengakumulasi kepekatan logam Cd pada tahap yang tinggi di bahagian kelenjar pencernaan dan usus buntu.

2.2.2 Kuprum (Cu)

Kuprum merupakan elemen penting kepada manusia, haiwan, dan tumbuhan. Ia juga merupakan kunci konstituen utama pada enzim dalam sistem pernafasan. Penggunaan Cu dalam pelbagai bidang semakin berleluasa dan ia merupakan bahan

pencemar yang sering dijumpa dalam persekitaran. Secara umumnya, buah pinggang dan otot-otot adalah tempat penyimpanan Cu bagi manusia. FAO/WHO menyarankan pengambilan logam Cu sehari adalah dalam julat 1mg–3mg. Had pengambilan logam ini untuk lelaki dewasa tidak melebihi 12mg/hari dan 10mg/hari bagi perempuan dewasa.

Dalam air tawar, Cu berupaya menghalang pengambilan natrium pada bahagian insang. Hal ini akan menyukarkan lagi keadaan contohnya haiwan itu tidak dapat mengekalkan homeostasis osmotik di saat-saat ia memerlukan natrium dalam badan mereka (Lee *et al.*, 2010). Untuk sesetengah organisma, Cu itu amat penting. Walau bagaimanapun, jika kepekatan logam berat ini hadir pada jumlah yang tinggi, ia boleh mengganggu fisiologi pernafasan dan jantung terhadap kehidupan marin tersebut terutama sekali pada kumpulan invertebrat. Khususnya kadar jantung akan bertindak dengan perlahan-lahan sekiranya pendedahan pada Cu ini berterusan pada jangka masa yang lama (Bini *et al.*, 2006).

Yap *et al.* (2013) mengatakan bahawa Cu adalah elemen surih yang penting dalam biologi siput dan ia biasanya berkumpul dan menyimpan Cu untuk digunakan dalam sintesis hemocyanin yang merupakan pigmen pernafasan siput. Hasil kajian yang telah dibuat oleh Yap *et al.* terhadap spesies gastropoda iaitu *telescopium telescopium* didapati tisu yang berlainan mengumpul Cu pada darjah yang berbeza disebabkan oleh mekanisma sintesis detoksifikasi dan metallathionein untuk logam Cu. Tambahan pula, tahap Cu yang berbeza ditemui dalam tisu lembut yang berlainan mungkin disebabkan oleh pelbagai mekanisma termasuk proses homeostatik dalam badan siput sebagai tindak balas terhadap pelbagai permintaan metabolik dan pemerangkapan Cu di bawah keadaan tertentu oleh penghasilan lender dari siput.

Mengikut kajian Berandah *et al.* (2010), spesies *chicoreus capucinus* berupaya mengakumulasi kepekatan logam Cu dalam badannya terutama di bahagian mantel dan usus buntu. Organ yang berbeza mampu mengumpul tahap

logam yang berbeza dan hal ini dipengaruhi oleh tapak pengikatan metallothioneins dalam tisu lembut moluska. Kenyataan demikian disokong oleh Kamsia Budin *et al.* (2013) yang mengatakan saluran penghadaman dan usus didapati mempunyai keupayaan lebih baik di mana logam mudah terikat dengan metallothionein, lebih-lebih lagi, saluran penghadaman adalah pusat metabolisme dan detoksifikasi logam berat. Dalam kajian tersebut, *cerithidea quadrata* mengumpul logam Cu di bahagian isi adalah 47.93 mg/kg dan 84.12 mg/kg salur pencernaan manakala *nerita lineata*, isi (15.92 mg/kg) dan salur pencernaan (7.44 mg/kg). Nakisah Mat Amin *et al.* (2006) juga menjumpai kepekatan logam Cu dalam tisu-tisu spesies *thais aculeata* ialah 150.3 µg/g. Kajian taburan kepekatan logam berat di dalam tisu yang berlainan spesies *nerita lineata* oleh Yap dan Cheng (2013) mendapati kepekatan logam Cu lebih terkumpul di bahagian tisu yang selebihnya (insang, organ-organ dalaman dan sistem penghadaman) sebanyak 19.12 µg/g.

2.2.3 Plumbum (Pb)

Kegiatan antropogenik banyak menyumbang pada pencemaran plumbum malah melebihi punca semulajadi. Bahan pencemar iaitu plumbum kebanyakan dalam bentuk bukan organik. Pb dapat berada dalam tubuh adalah melalui pengambilan makanan seharian. Lain jenis sumber makanan membekalkan Pb yang berbeza. Contohnya, sumber dari ikan dan makanan laut membekalkan 0.2-2.5 mg/kg manakala daging dan telur sebanyak 0.2-0.4 mg/kg. Pada masa yang sama, apa yang membimbangkan ialah keracunan Pb ini adalah akibat dari pelepasan gasolin dan cat. Walau apapun, ketoksikan Pb tidak dapat dikesan dengan cepat oleh sebab ia lama berkekalan dalam tulang sehingga beberapa tahun.

Kajian oleh Nakisah Mat Amin *et al.* (2006) yang mengkaji logam berat dalam tisu lembut spesies *thais aculeata* di Pantai Chendering Terengganu mendapati bahawa kepekatan logam berat Pb dalam tisu lembut spesies ini rendah iaitu 0.6 µg/g manakala kajian oleh Yap dan Cheng (2013) mendapati bahawa kepekatan logam Pb dalam beberapa tisu lembut spesies *nerita lineata* yang dikaji adalah dalam

RUJUKAN

- Adeyeye, A. & Ayoola, P. B., 2012. Heavy metal concentrations in some organs of African catfish (*Clarias gariepinus*) from eko-ende dam, Ikirun, Nigeria. *Continental Journal Applied Sciences*, **7(1)**:14-18.
- Akan, J. C., Mohmoud, S., Yikala, B. S. & Ogugbuaja, V. O., 2012. Bioaccumulation of some heavy metals in fish samples from River Benue in Vinikilang, Adamawa State, Nigeria. *American Journal of Analytical Chemistry*, **3**:727-736.
- Amiard, J. C., Triquet, C. A., Charbonnier, L., Mesnil, A., Rainbow, P. S. & Wang, W. X., 2008. Bioaccessibility of essential & non-essential metals in commercial shellfish from western Europe & Asia. *Food and Chemical Toxicology*, **46**:2010-2022.
- Bashir, F. H., Othman, M. S., Mazlan, A. G., Rahim, S. M. & Simon, K. D., 2013. Heavy metal concentrations in fishes from the coastal waters of Kapar and Mersing, Malaysia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**:375-382.
- Berandah, F. E., Yap, C. K. & Ismail, A., 2010. Bioaccumulation and distribution of heavy metals (Cd, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn) in the different tissues of *Chicoreus Capucinus* Lamarck (Mollusca: Muricidae) collected from Sungai Janggut, Kuala Langat, Malaysia. *Environment Asia*, **3(1)**:65-71.
- Bhalchandra, W. & Ram, P., 2013. Bioaccumulation of heavy metals in freshwater snails *bellamyia bengalensis*, and *lymnea accuminata* from malangaon wetland of dhule district (Maharashtra) India. *International Quarterly Journal of Life Sciences*, **8(3)**:1043-1047.
- Bini, G., Pugliese, A. M., Pepeu, G. & Chelazzi, G., 2006. Tetrodotoxin prevents copper-induced bradycardia in gastropod limpets. *Environmental Pollution*, **139**:79-85.
- Brown, K. M. & Lydeard, C. 2010. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Ed. 3rd. Elsevier., London.

- Chien, L. C., Hung, T. C., Choang, K. Y., Yeh, C. Y., Meng, P. J., Shieh, M. J. & Han, B. C., 2002. Daily intake of TBT, Cu, Zn, Cd and As for fishermen in Taiwan. *The Science of the Total Environment*, **285(1-3)**:177-185.
- Figueira, E., Lima, A., Branco, D., Quitino, V., Rodrigues, A. M. & Freitas, R., 2011. Health concerns of consuming cockles (*Cerastoderma edule* L.) from a low contaminated coastal system. *Environmental International*, **37(5)**:965-972.
- Hashmi, M. I., Mustafa, S. & Tariq, S. A., 2002. Heavy metal concentrations in water and tiger prawn (*Penaeus monodon*) from grow-out farms in Sabah, North Borneo. *Food Chemistry*, **79(2)**:151-156.
- He, M. & Wang, W. X., 2013. Bioaccessibility of 12 trace elements in marine molluscs. *Food and Chemical Toxicology*, **55**:627-636.
- Jamil Tajam & Mohd Lias Kamal, 2013. Marine environmental risk assessment of Sungai Kilim, Langkawi, Malaysia: Heavy metal enrichment factors in sediments as assessment indexes. *International Journal of Oceanography*, **2013**:1-6.
- Ju, Y. R., Chen, W. Y. & Liao, C. M., 2012. Assessing human exposure risk to cadmium through inhalation and seafood consumption. *Journal of Hazardous Materials*, **227-228**:353-361.
- Kamsia Budin, Mahyar Sakari, Sarva Mangala Praveena, Norlita Ismail & Azisah Jalimin. 2013. Concentration of Cd, Pb, Cu and Zn in gastropods available in major markets of Kota Kinabalu, Sabah. 2nd International Conference on Environment, Agriculture and Food Sciences (ICEAFS'2013), August 25-26 2013. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Karleskint, G., Turner, R. L. & Small, J. W. 2009. Introduction to Marine Biology. Brooks/Cole Cengage Learning., California.
- Kesavan, K. & Ravi, V., 2012. Heavy metal accumulation in molluscs and sediment from Uppanar estuary, southeast coast of India. *An International Journal of Marine Sciences*, **29(2)**:15-22.
- Kutty, A. A. & Lai, M. H., 2001. Analisa kandungan logam berat di dalam air dan tisu ikan di Tasik Chini. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, **7(1)**:273-279.

- Lee, J. A., Marsden, I. D. & Glover, C. N., 2010. The influence of salinity on copper accumulation and its toxic effects in estuarine animals with differing osmoregulatory strategies. *Aquatic Toxicology*, **99**:65-72.
- Lewbart, G. A. 2011. *Invertebrate Medicine*. John Wiley & Sons., West Sussex.
- Liang, L. N., He, B., Jiang, G. B., Chen, D. Y. & Yao, Z. W., 2004. Evaluation of mollusks as biomonitors to investigate heavy metal contaminations along the Chinese Bohai Sea. *Science of the total environment*, **324**:105-113.
- Moolman, L., Vuren, V. J.H.J. & Wepener, V., 2007. Comparative studies on the uptake and effects of cadmium and zinc on the cellular energy allocation of two gastropods. *Ecotoxicology and Environment Safety*, **68(3)**:443-450
- Mottin, E., Caplat, C., Mahaut, M. L., Costil, K., Barillier, D., Lebel, J. M. & Serpentine, A., 2010. Effect of in vitro exposure to zinc on immunological parameters of haemocytes from the marine gastropod *haliotis tuberculata*. *Fish and Shellfish Immunology*, **29(5)**:846-853.
- Nakisah Mat Amin, Jamilah Mamat & Noor Azhar Mohd Shazili, 2006. Analysis of heavy metals in soft tissues of *Thais Aculeate*, a gastropod taken from Chendering beach, Terengganu as an attempt to search for indicator of heavy metal pollution in the aquatic environment. *International Conference on Natural Resources Engineering & Technology*, 54-59.
- Naser, H. A. 2013. Assessment and management of heavy metal pollution in the marine environment of the Arabian Gulf: A review. *Marine Pollution Bulletin*, **72(1)**:6-13.
- Noel, L., Testu, C., Chafey, C., Velge, P. & Guerin, T., 2011. Contamination levels for lead, cadmium & mercury in marine gastropods, echinoderms & tunicates. *Food control*, **22**:433-437.
- Palpandi, C. & Kesavan, K., 2012. Heavy metal monitoring using *nerita crepidularia* – mangrove mollusc from the Vellar estuary, Southern coast of India. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*, S358-S367.
- Perkin Elmer, 2004. Guide to inorganic analysis from the leaders in AA, ICP-OES and ICP-MS. Perkin Elmer, Inc. United States.

- Ronald Eisler, 2010. *Compendium of trace metals and marine biota*. Volume 1: Plants and Invertebrates. Elsevier., Amsterdam.
- Siboni, N., Fine, M., Bresler, V. & Loya, Y., 2004. Coastal coal pollution increases Cd concentrations in the predatory gastropod *hexaplex trunculus* and is detrimental to its health. *Marine pollution bulletin*, **49**:111-118.
- Siti Aishah Mohd Ali, Kamsia Budin, Rohana Tair, Farrah Anis F. Adnan & Norfatihah Johani. 2010. Kepekatan logam berat dalam sedimen dan *meretrix sp.* Di persisir pantai Bongawan dan Lok Kawi, Sabah. *Borneo Science*, March, 2010:26.
- Siwela, A. H., Nyathi, C. B. & Naik, Y. S., 2010. A comparison of metal levels & antioxidant enzymes in freshwater snails, *lymnaea natalensis*, exposed to sediment & water collected from wright dam and lower Mguza Dam, Bulawayo, Zimbabwe. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **73(7)**:1728-1732.
- Suhaimi, F., Wong, S. P., Lee, V. L L. & Low, L. K., 2006. Heavy metals in fish and shellfish found in local wet markets. *Singapore Journal of Primary Industries*, **32**:1-18.
- Urena, R., Bebianno, M. J., Ramo, J. & Torreblanca, A., 2010. Metallothionein in the freshwater gastropod *Melanopsis dufouri* chronically exposed to cadmium: A methodological approach. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **73**:779-787.
- Yang, Y. Q., Chen, F. R., Zhang, L., Liu, J. S., Wu, S. J. & Kang, M. L., 2012. Comprehensive assessment of heavy metal contamination in sediment of the Pearl river estuary and adjacent shelf. *Marine Pollution Bulletin*, **64(9)**:1947-1955.
- Yap, C. K. & Cheng, W. H., 2013. Distributions of heavy metal concentrations in different tissues of the mangrove snail *Nerita lineata*. *Sains Malaysianna*, **42(5)**:597-603.
- Yap, C. K., Arifin, N. & Tan, S. G., 2013. Relationships of copper concentrations between the different soft tissues of *telescopium telescopium* and the surface sediments collected from tropical intertidal areas. *International Journal of Chemistry*, **5(1)**:8-19.

- Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S. G. & Omar, H., 2002. Concentrations of copper & lead in the offshore & intertidal sediments of the west coast of peninsular Malaysia. *Environment international*, **28**:467-479.
- Zhou, Q. F., Zhang, J. B., Fu, J. J., Shi, J. B. & Jiang, G. B., 2008. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica Chimica Acta*, **606(2)**:135-150.
- Zodl, B. & Wittmann, K. J., 2003. Effects of sampling, preparation and defecation on metal concentrations in selected invertebrates at urban sites. *Chemosphere*, **52**:1095-1103.