

TABURAN LOGAM TERPILIH Pb, Cd DAN Cr DI DALAM SEDIMEN  
DAN *Caulerpa lentilifera* PULAU MANTANANI BESAR, KOTA BELUD,  
SABAH

HASNAWATI BINTI MUSTAMIN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

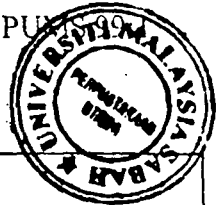
DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEH  
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN  
KEPUJIAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN  
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2014

257431

ARKIB



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: TABURAN LOGAM TERPILIH Pb, cd DAN Cr DAN DAPLAM  
SEMEN DAN Caulerpa lenthifera PULAU MANTAYANI BESAR, KOTA  
BELUD, SABAH

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUNJIAN (AINS SEKUTARAN)

SAYA: HASNAWATI BINTI MUSTAMIN SESI PENGAJIAN: 2013/2014  
(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 hakmilik 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 AKTA RAHSIA RASMI 1972)

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

TIDAK TERHAD

*[Handwritten Signature]*

(TANDATANGAN PENULIS)

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh NURULAIN BINTI ISMAIL  
LIBRARIAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat tetap: HSE NO 21, LORONG 7,  
JAMBATAN CERAI, JALAN TUPAN  
BU PASS, MENGAJAT, 88450,  
KOTA KINABALU,  
SABAH

PROF. MADYA. DR PIKONG MOHD TUAH  
NAMA PENYELIA

Tarikh: 26 JUN 2014

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 disertat bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



\* 1000358162 \*



## PENGAKUAN

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



---

HASNAWATI BINTI MUSTAMIN

(BS 11110206)

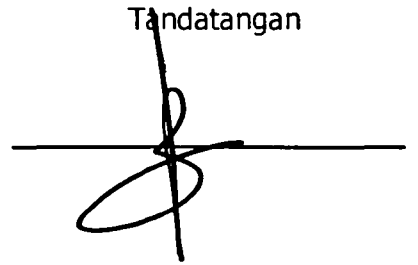
26 JUN 2014

**DIPERAKUKAN OLEH**

1. PENYELIA

( Prof. Madya Dr. Piakong Mohd. Tuah )

Tandatangan

A handwritten signature in black ink, consisting of a vertical line that loops back to cross itself, with a horizontal line intersecting it near the middle.

## PENGHARGAAN

Dengan izin Allah s.w.t, saya telah berjaya menghabiskan projek saya. Kejayaan menyiapkan disertasi ini tidak dapat dikecapi sekiranya tiada bantuan dan tunjuk ajar daripada beberapa orang individu yang banyak memberikan bantuan berharga sama ada secara langsung atau tidak langsung sepanjang tempoh kajian ini dijalankan. Oleh itu, saya ingin mengambil kesempatan untuk berterima kasih kepada semua individu yang telah menyumbang tenaga dan idea dalam kajian ini.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Prof. Madya. Dr. Piakong Mohd Tuah atas segala sokongan yang penuh, tunjuk ajar dan nasihat yang berguna sepanjang kajian ini dijalankan. Sokongan dan komen-komen membina telah banyak membantu saya untuk menyiapkan kajian ini.

Selain itu juga, saya ingin mengambil kesempatan untuk berterima kasih kepada staf-staf yang terlibat terutama sekali kepada pembantu-pembantu makmal iaitu Encik Syaufie Lamjin, Encik Neldin Joeffry dan Cik Norlyin Gamad yang turut membantu saya membekalkan bahan dan radas serta kemudahan makmal dalam membuat persampelan dan analisis.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya terutamanya kedua ibu-bapa saya serta rakan-rakan seperjuangan atas sokongan moral dan dorongan yang mereka berikan. Saya juga sangat terutang budi kepada rakan-rakan dan seluruh penduduk Pulau Mantanani Besar yang telah menghulurkan bantuan kepada saya sepanjang tempoh persampelan dijalankan di stesen-stesen kajian yang terpilih.

## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti taburan dan hubungkait logam berat Pb, Cd dan Cr dalam rumpai laut, *C. lentilifera* dan sedimen di tiga stesen terpilih di Pulau Mantanani Besar, Kota Belud. Analisis sampel dijalankan dengan menggunakan kaedah penghadaman iaitu menggunakan asid nitrik ( $\text{HNO}_3$ ) berkepekatan 65% dan Spektrometri Serapan Atom (AAS). Nilai purata kepekatan dicatatkan dalam *C. lentilifera* adalah Pb  $0.414 \mu\text{g g}^{-1}$ , Cd  $0.055 \mu\text{g g}^{-1}$  dan Cr sebanyak  $0.019 \mu\text{g g}^{-1}$ . Sedimen pula mencatatkan nilai kepekatan Pb iaitu  $0.493 \mu\text{g g}^{-1}$ , Cd  $0.063 \mu\text{g g}^{-1}$  dan Cr  $0.047 \mu\text{g g}^{-1}$ . Oleh itu, nilai kepekatan logam berat secara keseluruhan bagi kedua-dua sedimen dan *C. lentilifera* mengikut urutan menurun adalah  $\text{Pb} > \text{Cd} > \text{Cr}$ . Tambahan pula, faktor translokasi Pb yang tinggi iaitu 3.4 dan Cr, 5.5 manakala bagi logam Cd, 2.9. Bagi faktor pengayaan pula, pengayaan yang tinggi bagi logam Pb iaitu 2.1 bagi logam Cd, 2.9 dan Cr 1.2. Secara keseluruhan, nilai kepekatan logam di kawasan kajian adalah masih pada tahap yang rendah dan tidak dicemari kerana masih dibawah piawai yang dibenarkan oleh *Interim Sediment Quality Guidelines* dan Jadual Keempat Belas (Peraturan 38) Peraturan-peraturan Makanan Malaysia 1985 serta kurangnya aktiviti pencemaran di kawasan perairan Pulau Mantanani Besar.

***DISTRIBUTION OF HEAVY METAL Pb, Cd AND Cr IN SEDIMEN AND  
Caulerpa lentilifera AT PULAU MANTANANI BESAR, KOTA BELUD, SABAH***

***ABSTRACT***

*This research was conducted to determine the distribution of concentrations and relationships of heavy metal (Pb, Cd and Cr) in seaweed, C.lentilifera and sediment in the selected three sampling station located at Mantanani Besar Island, Kota Belud. Digestion method was used to analyzed the samples by using nitric acid (HNO<sub>3</sub>) 65% concentration and Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The concentration in C. lentilifera is Pb 0.414 μg g<sup>-1</sup>, Cd 0.055 μg g<sup>-1</sup> and Cr, 0.019 μg g<sup>-1</sup>. Meanwhile concentration of Pb, Cd and Cr in sediment are 0.493 μg g<sup>-1</sup>, 0.063 μg g<sup>-1</sup> and 0.047 μg g<sup>-1</sup> respectively. Therefore, the overall concentration of heavy metal for both sediment and C.lentilifera are shown as decreasing order is Pb > Cd > Cr. The highest translocation factor of Pb is 3.4, Cr is 5.5 while Cd, 2.9. Furthermore, Pb, Cd and Cr for the highest enrichment factor are 2.1, 2.9 and 1.2 respectively. Thus, the concentrations of selected heavy metals for the study is still at low level and not polluted due to Interim Sediment Quality Guidelines and Fourteenth Schedule (Regulation 38) of the Malaysian Food Regulation 1985 besides lack of anthropogenic activities that occur in the marine environment of Mantanani Besar Island.*

# KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RUMUS	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
<b>BAB 1: PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4
1.3 Kepentingan Kajian	4
1.4 Skop Kajian	5
<b>BAB 2 : ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	<b>6</b>
2.1 Logam Berat	6
2.1.1 Sumber Logam Berat	7
A. Plumbum (Pb)	7
B. Kadmium (Cd)	7
C. Kromium (Cr)	8
2.1.2 Ciri-Ciri Fizikal Dan Kimia Logam Berat	8
A. Plumbum (Pb)	8
B. Kadmium (Cd)	8
C. Kromium (Cr)	9
2.1.3 Logam Berat Di Persekitaran	10
A. Air	10
B. Udara	11
C. Tanah	12



2.1.4	Ketoksikan Logam Berat	12
A.	Plumbum (Pb)	12
B.	Kadmium (Cd)	13
C.	Kromium (Cr)	14
2.2	Alga	14
2.3	Makroalgae	16
2.6.1	Alga Hijau	16
2.6.2	Alga Merah	16
2.6.3	Alga Perang	17
2.4	Taksonomi <i>Caulerpa Sp</i>	18
2.4.1	<i>C. lentilifera</i>	18
2.4.2	Kajian Lepas Terhadap <i>C. lentilifera</i>	22
2.5	Sedimen	22
2.6	Faktor Translokasi dan Pengayaan	24
<b>BAB 3 :BAHAN DAN KAEDAH</b>		<b>25</b>
3.1	Kawasan Kajian	25
3.2	Reka Bentuk Kajian	27
3.3	Peralatan dan Bahan Kimia	28
3.4	Penyediaan Alat Radas	28
3.5	Penyediaan Larutan Piawai	28
3.6	Persampelan	29
3.6.1	Air Laut	29
3.6.2	<i>C. lentilifera</i>	29
3.6.3	Sedimen	29
3.7	Penyediaan Sampel	30
3.7.1	<i>C. lentilifera</i>	30
3.7.2	Sedimen	30
3.8	Penghadaman Sampel	31
3.8.1	<i>C. lentilifera</i>	31
3.8.2	Sedimen	31
3.9	Penentuan Kepekatan Logam Berat	32
3.10	Penentuan Faktor Translokasi dan Pengayaan	32
3.11	Analisis Statistik	33

## **BAB 4 : KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

4.1	Keadaan Fiziko-Kimia Air	34
4.1.1	pH	34
4.1.2	Suhu	35
4.1.3	Jumlah Pepejal Terlarut	35
4.1.4	Kemasinan	36
4.1.5	Konduktiviti	36
4.1.6	Oksigen Terlarut	37
4.2	Taburan Pb, Cd dan Cr Dalam <i>C. lentilifera</i> dan Sedimen	37
4.2.1	Taburan Pb Dalam <i>C. lentilifera</i> dan Sedimen	38
4.2.2	Taburan Cd Dalam <i>C. lentilifera</i> dan Sedimen	40
4.2.3	Taburan Cr Dalam <i>C. lentilifera</i> dan Sedimen	42
4.3	Hubungkait Pb, Cd dan Cr antara <i>C. lentilifera</i> dan Sedimen	45
4.4	Faktor Translokasi dan Faktor Pengayaan <i>C. lentilifera</i>	47
		48

## **BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	52
5.2	Cadangan	53
	RUJUKAN	55
	LAMPIRAN	60

## SENARAI SIMBOL, UNIT DAN SINGKATAN

%	peratus
°C	darjah Celcius
<	kurang daripada
>	lebih daripada
&	dan
Cd	kadmium
Cr	kromium
Pb	plumbum
TF	faktor translokasi
EF	faktor pengayaan
mg/l	<i>microgram per liter</i>
mg/kg	microgram per kilogram
ppm	<i>part per million</i>
$\mu\text{g/g}$	<i>microgram per gram</i>
$\mu\text{m}$	<i>micrometer</i>
pH	log kepekatan ion hidrogen
M	molar
V	isipadu
ppt	<i>part per thousand</i>
HNO <sub>3</sub>	asid nitrik
AAS	Spektofotometri Serapan Atom

## SENARAI RAJAH

No rajah		Muka surat
2.1	Taksonomi rumpai laut (Phang <i>et al.</i> , 2008)	19
2.2	Jenis-jenis <i>Caulerpa</i> ; (a) <i>Caulerpa prolifera</i> , (b) <i>Caulerpa racemosa</i> , (c) <i>Caulerpa lentilifera</i> , (d) <i>Caulerpa prolifera</i>	20
2.3	Bahagian <i>C. lentilifera</i> iaitu ramulus, stolon dan akar.	21
3.1	Lokasi Pulau Mantanani Besar Kota Belud Sabah.	26
3.2	Reka bentuk kajian	27
3.3	Sampel <i>C. lentilifera</i>	30
4.1	Hubungan di antara nilai pH dan suhu di kawasan kajian.	34
4.2	Jumlah pepejal terampai di tiga kawasan kajian.	34
4.3	Hubungan di konduktiviti dan kemasinan	38
4.4	Oksigen terlarut di tiga kawasan kajian	38
4.5	Nilai purata kepekatan Pb, Cd dan Cr di dalam bahagian <i>C. lentilifera</i> (ramulus, stolon dan akar) dan sedimen dalam unit $\mu\text{g g}^{-1}$	39
4.6	Taburan kepekatan Pb, Cd dan Cr secara keseluruhan dalam bahagian <i>C. lentilifera</i> dan sedimen di Stesen 1, 2 dan 3.	39
4.7	Faktor translokasi logam berat, Pb, Cd dan Cr dalam <i>C. lentilifera</i> bagi tiga stesen.	49
4.8	Faktor pengayaan logam berat, Pb, Cd dan Cr dalam <i>C. lentilifera</i> dan sedimen bagi tiga stesen.	49

## SENARAI JADUAL

No jadual		Muka surat
2.1	Ringkasan ciri-ciri fizikal dan kimia logam berat Pb, Cd dan Cr	9
2.2	Ringkasan ketoksikan logam berat	15
2.3	Klasifikasi makroalgae mengikut divisi, nama popular, pigmen dan penyimpanan produk (Dring, 1992)	18
3.1	Koordinate stesen persampelan	26
4.1	Nilai purata bagi analisis parameter <i>in-situ</i> (pH, suhu, kemasinan, konduktiviti, jumlah pepejal terampai dan oksigen terlarut di tiga stesen kajian.	34
4.2	Nilai koefisien korelasi (r) antara ramulus, stolon, akar, <i>C. lentilifera</i> dan sedimen.	47

## SENARAI RUMUS

No Rumus		Muka surat
3.1	Rumus molariti dan isipadu	28
3.2	Rumus kepekatan logam berat	32
3.3	Rumus faktor translokasi	32
3.4	Rumus faktor pengayaan	33

## SENARAI LAMPIRAN

No Lampiran		Muka surat
A	Prosedur penyediaan larutan piawai.	60
B	Siri kepekatan larutan piawai bagi logam Pb, Cr dan Cd.	61
C	Prosedur penyediaan sampel <i>C. lentilifera</i> .	62
D	Prosedur penyediaan sedimen.	63
E	Prosedur penghadaman sampel <i>C. lentilifera</i> .	64
F	Prosedur penghadaman sedimen.	65
G	Keluk kalibrasi bagi logam berat Pb, Cd dan Cr.	66
H	Nilai purata kepekatan Pb, Cd dan Cr di dalam bahagian <i>C. lentilifera</i> dan sedimen dalam unit $\mu\text{g g}^{-1}$ .	67
I	Nilai purata kepekatan logam Pb, Cd dan Cr dalam ramulus, stolon, akar <i>C. lentilifera</i> dan sedimen di tiga kawasan kajian.	68
J	Faktor translokasi dan faktor pengayaan logam berat Pb, Cd dan Cr dalam <i>C. lentilifera</i> bagi kawasan kajian.	69

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pengenalan

Penggunaan bahan kimia dari semasa ke semasa telah menunjukkan peningkatan di seluruh dunia dalam usaha meningkatkan pengeluaran produk, taraf hidup masyarakat dan kesihatan. Namun begitu, bahan kimia boleh berbahaya kepada kesihatan manusia dan alam sekitar kerana ia adalah toksik dan mudah bertindak balas dengan bahan lain termasuklah di udara, air, tanah dan makanan. Bahan kimia boleh terbahagi kepada dua kumpulan iaitu toksik dan bukan toksik. Bahan kimia yang toksik boleh masuk ke dalam badan manusia melalui pernafasan, pemakanan, sentuhan dan penglihatan yang mana akan mengganggu sistem biologi secara langsung menyebabkan jangkitan penyakit yang serius dan gangguan sistem metabolisma (Pandey *et al.* 2011). Pengumpulan bahan-bahan pencemar di dalam tanah, sedimen, udara dan air bawah tanah oleh logam berat seperti kadmium, plumbum, kromium dan sebagainya boleh menyebabkan pelbagai masalah kepada alam sekitar dan kesihatan manusia disebabkan oleh ciri-cirinya yang toksik dan berbahaya. Logam berat boleh didapati dalam bentuk ion terlarut dan kekal di dalam sedimen secara langsung dari pelbagai faktor seperti pemendapan dan kawasan tadahan (Rognerud *et al.* 2001).



Logam adalah elemen yang wujud secara proses semulajadi, tidak boleh dibentuk dan dimusnahkan. Kebanyakan logam berat penting kepada organisma hidup dan memainkan peranan penting dalam proses metabolisme. Namun begitu, pembentukan logam turut dipengaruhi hasil daripada kesan persekitaran yang dilakukan oleh manusia atau dikenali sebagai antropogenik aktiviti (Thompson *et al.*, 2005). Logam berat yang dihasilkan melalui sisa kumbahan industri, sisa organik, pengangkutan dan stesen jana kuasa secara tidak langsung tersebar ke persekitaran. Logam berat yang berbentuk gas atau zarah akan tersebar ke satu tempat melalui angin manakala logam pencemar yang berada di udara akan bertindak balas dengan air hujan dan mengalir ke tanah dan seterusnya ke permukaan air. Kepekatan logam berat di dalam air dipengaruhi oleh sumber semulajadi dan antropogenik.

Menurut Sarjono (2009) menyatakan bahawa pencemaran logam berat lebih cenderung berlaku akibat daripada kegiatan manusia berbanding proses semulajadi. Kegiatan manusia atau antropogenik semakin meningkat berikutan pertambahan populasi manusia seiring dengan pembangunan negara melalui permintaan dari segi bahan bakar, industri, produk dan sebagainya. Hal ini menyebabkan pelepasan bahan pencemar daripada kilang atau industri ke arah perairan mempengaruhi keadaan air serta ekosistem akuatik. Pencemaran logam berat adalah salah satu masalah persekitaran yang perlu dipandang serius kerana ia tidak boleh terbiodegradasi dan mempunyai separuh hayat untuk disingkirkan dari tubuh badan. Pencemar logam berat boleh terkumpul dan masuk ke dalam tubuh badan manusia melalui dua cara iaitu pendedahan secara langsung dan tidak langsung. Pendedahan secara langsung adalah melalui tanah manakala pendedahan secara tidak langsung melalui tanaman (Chen *et al.*, 2011).

Ciri – ciri yang ada pada alga seperti kumpulan organisma autotrof, tidak bervesel, mempunyai klorofil A dan struktur pembiakan yang mudah menjadikan ianya unik dan tersendiri. Alga boleh didapati pada permukaan lembab dan berair seperti air tawar atau air masin. Oleh itu, alga yang hidup di air tawar dikenali sebagai lumut air manakala di air masin pula dipanggil rumpai laut samada hidup terapung (plankton) atau terlekat (bentos) (Salleh, 1996). Alga adalah satu

kumpulan organisma yang sangat besar dan kebanyakannya adalah akuatik. Alga memerlukan logam berat di mana bertindak sebagai makroelemen atau mikroelemen bergantung kepada persekitaran luar untuk menjalani proses metabolisma dan fisiologi. Namun begitu, pada tahap kepekatan yang tinggi, logam berat boleh menjadi toksik (Prasad, 2001). Di samping itu juga, kepekatan logam berat di dalam alga lebih tinggi daripada persekitarannya kerana ia mampu untuk menyerap logam berat daripada air seterusnya bertindak sebagai pengeluar utama yang memainkan peranan penting dalam rantai makanan, struktur dan fungsi dalam akuatik ekosistem. Namun begitu, alga juga boleh menyebabkan keracunan atau ketoksikan dalam jasad air bergantung kepada proses pertumbuhannya yang pesat di mana mampu untuk membebaskan sebatian berbahaya kepada organisma akuatik yang memakannya.

Laut Sabah dikenali sebagai salah satu laut yang kaya dengan pelbagai sumber hidupan laut yang wujud secara semula jadi. Rumpai laut memainkan peranan penting dalam pelbagai aspek seperti penghasilan makanan, ekonomi, pertanian dan industri. Alga merah dan perang turut dijadikan sebahagian dari diet dan bergantung kepada kebudayaan pelbagai etnik dalam cara penyediaan. Hal ini kerana rumpai laut boleh dijadikan makanan rutin harian samada dimakan secara mentah, kering atau dimasak. Kini, rumpai laut telah menarik ramai perhatian saintis kerana kelebihanannya sebagai bioindikator logam berat selain terkenal dalam bidang komersial. Pelbagai kajian terperinci telah dilakukan bagi membuktikan keupayaannya sebagai bioindikator dalam air masin bagi mengurangkan masalah pencemaran terhadap kualiti air

## 1. 2 Objektif

Kajian ini dilakukan adalah bertujuan untuk mengumpul maklumat dan data-data saintifik bagi mengkaji keupayaan makroalgae seperti *C. lentilifera* yang bertindak sebagai bioindikator pencemaran logam berat di dalam air laut. Logam berat yang terpilih adalah Pb, Cr dan Cd. Objektif kajian ini adalah

- i. Mengkaji keadaan ciri-ciri fiziko-kimia air laut Pulau Mantanani.
- ii. Menentukan taburan Pb, Cr dan Cd dalam ramulus, stolon dan akar *C. lentilifera* dan sedimen di stesen yang terpilih di Pulau Mantanani Besar dan dibandingkan dengan nilai piawai iaitu *Interim Sediment Quality Guidelines* dan Jadual Keempat Belas (Peraturan 38) Peraturan-peraturan Makanan Malaysia 1985.
- iii. Melihat perkaitan antara korelasi kepekatan logam berat Pb, Cd dan Cr dalam bahagian *C. lentilifera* dengan sedimen.
- iv. Menentukan mekanisme penyerapan *C. lentilifera* faktor translokasi (TF) dan faktor pengayaan (EF).

## 1.3 Kepentingan kajian

Kajian ini dilakukan adalah bertujuan untuk mengkaji taburan kepekatan logam berat dalam sedimen dan *C. lentilifera* di Pulau Mantanani. Selain itu juga, daripada kajian yang dijalankan membolehkan memahami kepentingan dan fungsi makroalgae dalam mengekalkan kebersihan air laut daripada sebarang pencemaran dan keupayaan dalam sistem akuatik. Penentuan taburan logam berat dalam sedimen dan *C. lentilifera* adalah penting untuk memantau kualiti air dan sedimen kerana organisma akuatik bergantung kepadanya. Hal ini kerana logam berat akan memasuki badan organisma akuatik apabila mereka terdedah dalam tempoh masa yang lama.

## 1.4 Skop kajian

Kajian ini dilakukan hanya tertumpu di sekitar Pulau Mantanani yang terletak 20 km dari Kota Belud, Sabah. Kajian ini lebih tertumpu kepada makroalgae dalam mengkaji keupayaannya sebagai bioindikator pencemaran logam berat. Makroalgae yang digunakan di dalam kajian ini adalah *C. lentilifera* daripada habitat semulajadinya iaitu kawasan laut. Sehubungan dengan itu, *C. lentilifera* ini diambil daripada beberapa stesen yang berbeza di sekitar Pulau Mantanani dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Semua sampel yang diambil kemudian dibawa ke makmal untuk analisis logam berat dan data dicatatkan.

## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Logam Berat

Logam berat mempunyai elektronegatif yang tinggi, ketumpatan lebih daripada 5 g/cm<sup>3</sup> dan toksik pada kepekatan yang rendah (Agarwal, 2009). Tahap kepekatan setiap logam berat adalah berbeza pada sesuatu kawasan berpandukan keadaan geografi dan faktor semulajadi kawasan tersebut. Hal ini kerana kepekatan logam berat yang melebihi paras yang telah ditetapkan boleh membahayakan organisma yang memakannya. Di samping itu juga, setiap jenis logam berat mempunyai ciri-ciri fizikal dan kimianya yang tersendiri. Hal ini membolehkan ia bertindakbalas dengan persekitaran samada dalam bentuk pepejal, cecair mahupun gas. Beberapa jenis logam berat yang sering menjadi perhatian para pengkaji adalah seperti Cd, Pb, Cr, Hg dan Ni yang mampu membahayakan organisma pada tahap kepekatan yang tinggi.

### **2.1.1 Sumber Logam Berat**

Logam berat wujud dipersekitaran secara sumber semulajadi dan antropogenik samada memerlukan jangka masa panjang ataupun pendek. Sumber utama logam berat secara semulajadi adalah melalui luluhawa, pembentukan batu, hakisan tanah dan gunung berapi. Aktiviti antropogenik pula termasuklah industri, pembuatan, pembinaan dan pengangkutan.

#### **(a) Plumbum (Pb)**

Pb digunakan dalam pembuatan paip, atap, wayar, bateri, minyak dan cat. Kegunaan Pb dapat dilihat melalui penggunaan minyak petrol bagi kenderaan seperti kereta dan motorsikal. Selain itu, Pb seterusnya tersebar melalui pelepasan asap daripada ekzos kenderaan. Menurut DEQ (2011) menyatakan bahawa Pb terbentuk daripada proses semulajadi seperti hakisan tanah, gunung berapi, pembakaran hutan dan kandungan garam laut. Sumber yang paling jelas adalah melalui aktiviti manusia dalam penghasilan produk yang mana boleh terdedah melalui air, udara, angin dan makanan. Kini, sumber utama Pb yang paling jelas adalah daripada penggunaan cat, minyak kenderaan dan industri (Hooda, 2010). Manusia boleh terdedah kepada Pb dengan melalui pernafasan dan pengambilan makanan.

#### **(b) Kadmium (Cd)**

Cd digunakan di dalam pelbagai aplikasi seperti bahan plastik, cas bateri, penyaduran dan cat di samping kegunaannya dalam penghasilan baja. Menurut Pandey *et al.* (2011) menyatakan bahawa Cd masuk ke dalam air melalui sisa kumbahan daripada industri dan paip air.

### **(c) Kromium (Cr)**

Sumber utama Cr adalah daripada aktiviti pertanian, penggunaan baja fosfat, pemendapan atmosfera dan najis. Tambahan pula, kebanyakan Cr dibebaskan ke udara oleh aktiviti manusia seperti penghasilan *ferrochrome*. Namun begitu, Cr lebih tertumpu kepada aktiviti pertanian melalui penggunaan baja organik dan inorganik (Agarwal, 2009).

#### **2.1.2 Ciri-Ciri Fizikal dan Kimia Logam Berat**

Logam berat yang dikaji dalam kajian ini adalah Plumbum (Pb), Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr). Ciri-ciri fizikal dan kimia logam yang dikaji diringkaskan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

##### **(a) Plumbum (Pb)**

Logam berat, Pb berwarna coklat kehitaman. Biasanya, Pb ditemui dalam bentuk PbS ataupun dikenali sebagai *galena*. Pb juga dikenali sebagai elemen *calchophile* kerana ianya dikaitkan dengan sulfida. Pb terhasil *calamine* iaitu *cadmia*. Cd mempunyai takat didih sebanyak 765°C manakala takat cair 321°C. Berat atom bg Cd adalah 112.41 mg/L. Cd boleh dikenalpasti melalui keadaan fizikalnya yang berwarna putih (Sarjono, 2009). Cd adalah logam berat yang memiliki titik lebur yang terendah hasil daripada campuran logam. Namun begitu, Cd mempunyai daripada pembentukan batu dan mineral melalui proses semulajadi yang mengambil masa yang panjang (Hooda, 2010).

##### **(b) Kadmium (Cd)**

Kadmium (Cd) telah ditemui oleh seorang saintis Jerman, Friedric Strohmeyer pada tahun 1817 melalui penemuannya dalam sejenis batuan yang dikenali sebagai calamine ataupun zink karbonat. Berikutan penemuan tersebut, Cd diambil daripada bahasa Latin, faktor biokepekatan (BCF) yang tinggi kerana sifatnya yang sangat larut dan mudah alih dalam persekitaran (Thompson *et al.*, 2005). Tambahan pula,

Cd sering dikaitkan dengan Zink kerana kedua-dua elemen wujud di dalam kerak bumi.

### (c) Kromium (Cr)

Menurut Rana (2006) menjelaskan bahawa Cr berasal daripada bahasa Greek iaitu *chroma* yang bermaksud warna. Cr telah ditemui oleh seorang yang bernama Vauquelin pada tahun 1797. Cr adalah kumpulan 6 di dalam jadual berkala. Cd berwarna sedikit kelabu keperangan dan merupakan logam keras yang boleh digilap. Cr digunakan dalam pembuatan besi, simen, barangan kulit, kimpalan wasap, keluli tahan karat, pigmen dan cat. Kegunaan Cr dalam pelbagai bidang adalah kerana kekerasan, keupayaan menghakis dan berkilat.

**Jadual 2.1:** Ringkasan ciri-ciri fizikal dan kimia logam berat Pb, Cd dan Cr.

Logam berat	Ciri-ciri fizikal dan kimia	Rujukan
Pb	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kumpulan 14 (IV A) dalam Jadual Berkala</li> <li>➤ Nombor atomik 82</li> <li>➤ Mudah dibentuk, mulur dan takat didih yang rendah.</li> </ul>	Agarwal, (2009)
Cd	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kumpulan II B dalam Jadual Berkala</li> <li>➤ Nombor atomik 48</li> <li>➤ Takat didih sebanyak 765°C</li> <li>➤ Takat cair sebanyak 321°C</li> <li>➤ Berat atom adalah 112.41 mg/l.</li> </ul>	Sarjono, (2009)
Cr	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kumpulan 6 dalam Jadual Berkala</li> <li>➤ Nombor atomik 24</li> <li>➤ Berkilat</li> <li>➤ Cr boleh didapati dalam pelbagai bentuk seperti Cr (III), Cr (VI), dan CR (IV).</li> </ul>	Rana (2006)



## RUJUKAN

- Akali, I. and Kucuksezgin, F. 2011. A biomonitoring study: Heavy metal in macroalgae from eastern Aegean coastal areas. *Marine Pollution Bulletin* , **62**: 637-645.
- Agarwal, S. K. 2009. *Heavy Metal Pollution*. 1st Edition. New Delhi: A.P.H Publishing Corporation.
- Agunbiadea, O. F., Bamidele, I. O. O. and Adebowale, K. O. 2009. Phytoremediation potential of *Eichornia crassipes* in metal contaminated coastal water. *Plant Physiology and Biochemistry*, **100**: 4521-4526.
- Ahmed, M. K., Kundu, G. K., Al-Mamun, M. H., Sarkar, M. S., Akter, M. S. and Khan, M.S. 2013. Chromium (VI) induced acute toxicity and genotoxicity in freshwater stinging catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , **92**: 64-70.
- Al-Assaf, A. H., Alqahtani, A. M., Alshatwi, A. A., Syed, N. A., Shafi, G. and Hasan, N. T. 2013. Mechanism of cadmium induced apoptosis in human peripheral blood lymphocytes: The role of p53, Fas and Caspase-3. *Environmental Toxicology and Pharmacology* , **36**: 1033-1039.
- Berner, R. and Calderia, K. 1999. Seawater pH and Atmospheric Carbon Dioxide. *Science* , **286**: 2043.
- Caliceti, M., Argese, E., Sfriso, A. and Pavoni, B. 2002. Heavy metal contamination in the seaweeds of the Venice lagoon. *Chemosphere* , **47**: 443-454.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Dissolved oxygen (marine). In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- Chen, J. Q., Wang, Z. X., Wu, X., Zhu, J. J. and Zhou, W. B. 2011. Source and hazard identification of heavy metals in soils of Changsha based on TIN model and direct exposure method. *Transactions of nonferrous metals society of China*, **21**: 642-651.
- Coppejans, E. and Beeckman, T. 1989. Caulerpa section Sedoideae (Chlorophyta, Caulerpales) from the Kenyan coast. *Nova Hedwigia* , **49**: 381-393.
- Cox, R. S. 2013. Lead toxicity as an etiology for abdominal pain in the emergency department . *The Journal of Emergency Medicine* , 1-4.
- Department of Environmental Quality (DEQ). 2011. *Air Pollution of Lead*: Publications Clearinghouse of the Oklahoma Department of Libraries.

- Dring, M. J. 1992. *The Biology of Marine Plants*. Australia: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Dursun, S. O. and Sukru. 2006. Air borne heavy metal pollution of *Cedrus libani* (A. Rich.) in the city centre of Konya (Turkey). *Atmospheric Environment*, **40**: 1122-1133.
- Gill, S. S., Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Macovei, A. and Tuteja, N. 2013. Importance of nitric oxide in cadmium stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, **63**: 254-261.
- Guisti, L. 2001. Heavy metal contamination of brown seaweed and sediments from the UK coastline between the Wear river and the Tees river. *Environment International*, **26**: 275-286.
- Hooda, P. S. 2010. *Trace Elements in Soils*. United Kingdom: A John Wiley and Sons, Ltd. Publication.
- Hou, D., He, J., Lu, C., Ren, L., Fan, Q., Wang, J. and Xie, J. 2013. Distribution characteristics and potential ecological risk assessment of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) in water and sediments from Lake Dalinouer, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **93**:135-144.
- Ismail, A. 1995. *Rumpai Laut Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ismail, A. M., Badri, M. A. and Ramlan, M. N. 1993. The background levels of heavy metal concentration in sediments of the west coast of Peninsular Malaysia. *The Science of the Total Environment* .
- Jardao, C. P., Peveira, J. L. and Jham, G. N. 1997. Chromium contamination in sediment, vegetation and fish caused by tanneries in the State of Minas Gerais, Brazil . *The Science of the Total Environment* , **207**: 1-11.
- Karthick, P., Sankar, R. S., Kaviarasan, T. and Mohanraju, R. 2012. Ecological implications of trace metals in seaweeds: Bio-indication potential for metal contamination in Wandoor, South Andaman Island. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, **38** (4): 227-231.
- Li, Z., Ma, Z., Tsering, J. K., Yuan, Z. and Huang, L. 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. *Science of the Total Environment*, **468-469**: 843-853.
- Lin, Y. C., Chang-Oien, G. P., Chiang, C., Cheng, W. H. and Lin, Y. C. 2013. Multivariate analysis of heavy metal contaminations in seawater and sediments from a heavily industrialized harbor in Southern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, **76**: 266-275.
- Looi, L. J., Aris, A. Z., Lim, W. Y. and Haris, H. 2014. Bioconcentration and Translocation Efficiency of Metals in Paddy (*Oryza sativa*): A Case Study from Alor Setar, Kedah, Malaysia. *Sains Malaysiana* , **43** (4): 521-528.

- Mansour, A. M., Askalany, M. S., Madkour, H. A. and Assran, B. B. 2013. Assessment and comparison of heavy-metal concentrations in marine sediments in view of tourism activities in Hurghada area, northern Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, **39**: 91-103.
- Mauricette, G. B., Lemee, R., Pesando, D. and Romeo, M. 1995. Heavy metal distribution in *Caulerpa taxifolia* from the North-Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, **30** (11): 749-755.
- Marubini, F. and Atkinson, M. J. 1999. Effect of lowered pH and elevated nitrate on coral calcification. *Marine Ecology Progress Series*, **118**: 117-121.
- Mohd Ali, S. A, Budin, K., Tair, R., Adnan, F. A. F. and Johani, N. 2010. Kepekatan logam berat dalam sedimen dan *Meterix* sp. di pesisir Pantai Bongawan dan Lok Kawi, Sabah. *Borneo Science*, **26**.
- Nagarajan, R., Jonathan, M. P., Roy, P. D., Wai-Hwa, L., Prasanna, M. V., Sarkar, S. K. and Navarrete-Lopez, M. 2013. Metal concentrations in sediments from tourist beaches of Miri City, Sarawak, Malaysia (Borneo Island). *Marine Pollution Bulletin*, **73**: 369-373.
- Olorunsola, F. E. and Edward, O. 2010. Evaluation of the status of heavy metal pollution of sediment of Agbabu Bitumen Deposit Area, Nigeria. *European Journal of Scientific Research*, **41**: 373-382.
- Pandey, K., Shukla, J. P. and Trivedi, S. P. 2011. *Fundamentals of toxicology*. London: New Central Book Agency (P) Ltd.
- Pavasant, P. and Ronbanchob, A. 2006. Sorption isotherm model for binary component sorption of copper, cadmium, and lead ions using dried green macroalga, *Caulerpa lentillifera*. *Chemical Engineering Journal*, **119**: 135-145.
- Phang, S. M., Lewmanomont, K. and Lim, P. 2008. *Taxonomy of Southeast Asian Seaweeds*. Kuala Lumpur: Institute of Ocean and Earth Sciences, University of Malaya.
- Prasad, M. N. V. 2001. *Metals in the Environment. Analysis by Biodiversity*. United States, America: Marcel Dekker.
- Pavasant, P., Ronbanchob, A., Sungkhum, V., Suthiparinyanont, P., Wattanachira, S. and Marhaba, T. F. 2006. Biosorption of Cu, Cd, Pb, and Zn using dried marine green microalga *Caulerpa lentillifera*. *Bioresource Technology*, **97**: 2312-2329.
- Pulles, T., Hugo, D. G., Appelman, W. and Verheul, M. 2012. Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles. *Atmospheric Environment*, **61**: 641-651.

- Qari, R. and Siddiqui, A. , S. 2010. A comparative study of heavy metal concentrations in red seaweeds from different coastal areas of Karachi, Arabian sea. *Indian Journal of Marine Sciences*, **39** (1): 27-42.
- Rana, S. V. S. 2006. *Environmental Pollution Health and Toxicology*. India: Alpha Science International Ltd.
- Rezvani, M. and Zaefarian, F. 2011. Bioaccumulation and translocation factors of cadmium and lead in *Aeluropus littoralis*. *Australian Journal of Agricultural Engineering*, **2** (4): 114-119.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T. and Rozak, A. 2006. Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara Sungai Cisadane. *Makara*, **10**: 35-40.
- Rognerud, Dauvalter, V. and Sigurd. 2001. Heavy metal pollution in sediments of the Pasik River drainage. *Chemosphere*, **42**: 9-18.
- Saeed, M. S and Shaker, M. I. 2008. Assessment of Heavy Metals Pollution In Water and Sediments and Their Effect On *Oreochromis Niloticus* In The Northern Delta Lakes, Egypt. *Central Lab for Aquaculture Research*.
- Salleh, A. 1996. *Panduan Mengenali Alga Air Tawar*. Kuala Lumpur, Malaysia: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Sany, B. T., Sulaiman, A. H., Monazami, G. H., and Saleeh, A. 2011. Assessment of Sediment Quality According to Heavy Metal Status in the West port of Malaysia, *World Academy of Science*, **74**.
- Sarjono, A. 2009. Analisis kandungan logam berat Cd, Pb, dan Hg pada air dan sedimen di perairan Kamal Muara, Jakarta Utara.
- Sawada, F. 2011. *Taburan Cd, Pb dan Cr dalam rumpai laut *Caulerpa lentilifera* dan sedimen di Pulau Mantanani Kechil, Kota Belud*. Tesis Sm. Sn (Kep), Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu (Tidak Diterbitkan).
- Sayantan, D. S. 2013. Amendment in phosphorus levels moderate the chromium toxicity in *Raphanus sativus L.* as assayed by antioxidant enzymes activities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **95**: 161-170.
- Sedjati, I. S. 1999. *Kadar proksimat rumpai laut *Caulerpa racemosa* dan *C. serrulata* di perairan Teluk Awur, Jepara*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Jepara: Universitas Diponegoro Semarang.
- Seaweed Industry Association (SIA). 2013. *Caulerpa lentillifera*, Diterbitkan oleh Seaweed Industry Association daripada: <https://seaweedindustry.com>. Didapatkan November 24, 2013.

- Sivarakumkrishnan, S., Mithra, R., Santhanam, P., Dinesh, S. and Nandakumar, R. 2012. Investigation on nutrients and heavy metal removal efficacy of seaweeds, *Caulerpa taxifolia* and *Kappaphycus alvarezii* for wastewater remediation. *Journal of Algal Biomass Utilization*, **3** (1): 21-27.
- Srivastava, S. K. S. and Seema. 2008. *A textbook of algae*. New Delhi: Campus Book International.
- Stewart, R. L. 1994. *Advance in soil science. Soil processes and water quality*. United States: Lewis Publishers.
- Sulaiman, T. T. R. and Hameed. 2013. Bioconcentration of Heavy Metals in Alfalfa (*Medicago sativa*) from Farm Soils around Sohar Industrial Area in Oman. *APCBEE Procedia*, **5**: 271-278.
- Szefer, P. & Skwarzec, B. 1988. Concentration of elements in some seaweeds from Coastal region of the Southern Baltic and in the Żarnowiec Lake. *Oceanologia* **25**.
- Thompson, K. C., Wadhia, K. and Loibner, A. P. 2005. *Environmental Toxicity Testing*. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Thomas, J. E. and Kevin, V. 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environmental International*, **30**: 973-980.
- Vijayanand, C., Rajaguru, P., Kalaiselvi, K., Selvam, K. P. and Palanivel, M. 2008. Assessment of heavy metal contents in the ambient air of the Coimbatore city, Tamilnadu, India. *Journal of Hazardous Materials*, **160**: 548-553.
- Wang, J., Liu, R. H., Yu, P., Tang, A. K., Xu, L. Q. and Wang, J. Y. 2012. Study on the Pollution Characteristics of Heavy Metals in Seawater of Jinzhou Bay. *Procedia Environmental Sciences*, **13**: 1507-1516.
- Whitacre, D. M. 2011. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. London: Springer.
- Wohl, S., Phippen, J. and Ellen. 2003. An assessment of land use and other factors affecting sediment loads in the Rio Puerco watershed, New Mexico. *Geomorphology*, **52**: 269-287.