

**TABURAN LOGAM BERAT PLUMBUM (Pb) DALAM *Mimosa pudica* DI JALAN SULAMAN
KOTA KINABALU, SABAH**

CHE ROZANA BT. MOHAMAD RAZLAN

**DISERTASIINI 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**

Mei 2010



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



PUMS99.1

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: TABURAN LOGAM BERAT PLUMBUM DALAM Mimosa pudica
DI JALAN SULAMAN KOTA KINABALU, SABAH

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS SAINS SEKITARAN

SAYA CHE ROZANA BT. MOHAMAD RAZLAN SESI PENGAJIAN: 2007-2010
 (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 berdajah 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

UNIVERSITI MALAYSIA S.

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 207, BLOK II,
QRJ5, POLIS, JLN TUPAI 20/16A
40300 SHAH ALAM, SEL

Nama Penyelia

Tarikh: 10/5/2010

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).

PERPUSTAKAAN UMS



* 1000353697 *


UMS
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

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



CHE ROZANA BT. MOHAMAD RAZLAN
(BS 07110556)

10 Mei 2010

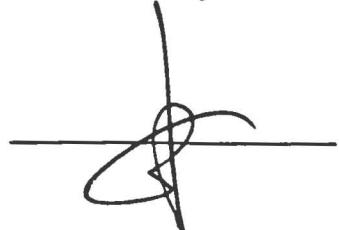


DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

(Prof. Madya Dr. Piakong B. Mohd. Tuah)

Tandatangan



2. PEMERIKSA 1

(Cik Kamsia Bt. Budin)



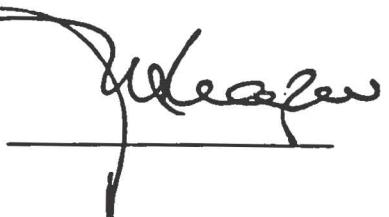
3. PEMERIKSA 2

(Cik Siti Aishah Bt. Mohd Ali)



4. DEKAN

(Prof. Dr. Mohd. Harun B. Abdullah)



PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani. Di kesempatan ini, saya ingin memanjatkan kesyukuran di atas anugerah dan rahmatNYA, yang memberi kekuatan, semangat dan tenaga untuk saya melaksanakan dan menyempurnakan kajian ini.

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya iaitu Prof. Madya Dr. Piakong B. Mohd Tuah di atas bimbingan dan tunjuk ajar beliau terhadap saya sepanjang tempoh kajian ini dijalankan. Beliau banyak memberi nasihat serta berkongsi pengalaman beliau sehingga membolehkan saya menyiapkan tesis berkenaan kajian ini.

Penghargaan yang tertinggi buat kedua ibu bapa saya iaitu Mohamad Razlan B. Rajali dan Che Safiah Bt. Hashim dengan sepenuh kasih sayang dan sokongan yang tidak pernah putus oleh mereka serta berkat darpada doa kalian ini, akhirnya saya berjaya melaksanakan kajian ini.

Seterusnya, saya turut mengucapkan terima kasih kepada pembantu-pembantu makmal Sekolah Sains dan Teknologi yang banyak membantu saya dalam penyediaan peralatan makmal serta kerjasama yang dihulurkan sepanjang kerja-kerja makmal dijalankan.

Tidak dilupakan, jasa rakan-rakan saya iaitu Siti Mastura bt. Mat Zain dan Murnira bt. Othman yang banyak menolong dan memberi semangat kepada saya dalam apa juu masalah yang dihadapi semasa kajian dijalankan. Semoga Tuhan memberkati setiap apa yang dilakukan. Amin.

ABSTRAK

Kajian kepekatan logam berat Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) telah dijalankan ke atas tumbuhan *M. pudica* dan dengan memilih sebanyak lima stesen. Sifat fiziko-kimia tanah iaitu pH dan kelembapan tanah turut dikaji. %. Sampel tumbuhan telah dibahagi kepada sampel tidak basuh dan basuh. Kepekatan logam berat Pb dalam tiga bahagian tumbuhan iaitu daun, akar dan batang serta tanah telah dihadam menggunakan asid nitrik 65% untuk dianalisis menggunakan Spektroskopi Pelepasan Atom Berpasangan, Jenis Perkin-Elmer Optima 5300 DV. pH tanah didapati antara julat 4.2 hingga 6.6 manakala peratus kelembapan tanah adalah antara 8.4 % hingga 12.4. Julat jumlah kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam tumbuhan bagi sampel tidak basuh ialah 4.79 hingga 9.42, basuh ialah 3.24 hingga 8.07 dan tanah ialah 0.76 hingga 1.61. Jumlah kepekatan Pb dalam *M. pudica* adalah lebih tinggi berbanding tanah. Didapati kepekatan Pb dalam sampel tidak basuh ialah 21.4 iaitu empat kali ganda dan bagi sampel basuh ialah 15.4 iaitu tiga kali ganda berbanding kepekatan tanah iaitu 5.7. Taburan kepekatan tumbuhan ke atas logam berat yang dikaji adalah rendah iaitu nilainya kurang daripada 1 g/mg.

**PB DISTRIBUTION IN *Mimosa pudica* AT JALAN SULAMAN KOTA
KINABALU, SABAH.**

ABSTRACT

Heavy metal concentration of Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) in *M. pudica* and soil were collected from five sampling stations was determined. The physical-chemistry characteristics which are pH and moisture content were also determined. *M. pudica* sample was separated into two part which is unwashed and washed. The concentration of Pb in three portions which leaf, root and stem also soil was digested with nitric acid 65% for analyzed using Inductively Coupled Plasma-Optimal Emission Spectroscopy (ICP-OES), Model Perkin-Elmer 5300 DV. Soil pH was determined between ranges 4.2 to 6.6 whereby the moisture content was between 8.4 % to 12.4 %. The total Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) concentration ranges of unwashed sample was 4.79 to 9.42, washed sample 3.24 to 8.07 and soil was 0.76 to 1.61. Total concentration of Pb in *M. pudica* was higher compared to soil. It was found that Pb concentration in unwashed sample was 21.4 which four fold higher to soil and three fold higher for washed sample which is 15.4, compared to soil concentration which only 5.7. The distribution of Pb concentration in this plant is lower than 1 g/mg.

KANDUNGAN

Muka Surat

HALAMAN JUDUL

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL DAN UNIT	xiii
SENARAI SINGKATAN	xiv

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Matlamat Kajian	1
1.2 Objektif Kajian	2

BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Logam Berat	4
2.1.1 Sifat fiziko-kimia logam berat	4
2.1.2 Sumber-sumber logam berat	5
2.2 Pengambilan Logam Berat oleh Tumbuhan	6
2.2.1 <i>M. Pudica</i>	8
2.2.2 Khasiat <i>M. pudica</i>	10
2.3 Logam Berat Pb	10
2.3.1 Sumber-sumber Pencemaran Pb	11
2.4 Kesan Pb terhadap Kesihatan Manusia dan Tumbuhan	12
2.4.1 Kesan Pb terhadap kesihatan manusia	12
2.4.2 kesan Pb kepada tumbuhan	13
2.5 Faktor-faktor Penyebaran Pb ke Persekutaran	14



2.5.1	Angin	14
2.5.2	Hujan	15
BAB 3 BAHAN DAN KADEAH		16
3.1	Lokasi Kajian	16
3.1.1	Stesen persampelan di bandar	16
3.1.2	Stesen kawalan	16
3.2	Alat Radas dan Bahan Kimia	18
3.3	Persampelan	19
3.3.1	<i>M. pudica</i>	19
3.3.2	Tanah	20
3.4	Penyediaan Sampel	20
3.4.1	Penyediaan sampel bagi <i>M. pudica</i>	20
3.4.2	Penyediaan sampel tanah	20
3.5	Penghadaman	20
3.6	Analisis pH Tanah	21
3.7	Analisis Kandungan Kelembapan Tanah	22
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		23
4.1	Sifat Fiziko-kimia Tanah	23
4.1.1	pH tanah	24
4.1.2	Kelembapan tanah	25
4.2	Hubungan Kepekatan Pb dalam tanah dengan pH	26
4.3	Hubungan Kepekatan Pb dalam tanah dengan kelembapan tanah	27
4.4	Taburan Kepekatan Pb dalam Bahagian Tumbuhan dengan Tanah bagi Sampel Tidak Basuh	29
4.5	Taburan Kepekatan Pb dalam Bahagian Tumbuhan dengan Tanah bagi Sampel Basuh	30
4.6	Jumlah Kepekatan Pb dalam <i>M. pudica</i> Tidak Basuh dan Basuh dengan Tanah	32

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Cadangan	35
 RUJUKAN	 37
 LAMPIRAN	 42

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Sifat Fiziko-kimia Logam Berat	5
2.2	Kehadiran Logam Berat dalam Kebanyakan Perindustrian	6
2.3	Purata kepekatan Pb dalam tanah, akar dan pucuk tumbuhan terpilih	7
2.4	Sifat Fiziko-kimia Pb	10
2.5	Komponen Pb dalam asap Kenderaan	12
2.6	Kesan Pb terhadap Kesihatan Manusia	13
2.7	Pelepasan Bahan Pencemar mengikut Punca Bergerak dari tahun 1998 sehingga 2002	15
3.1	Stesen-stesen Persampelan	18
4.1	Purata pH dan Kelembapan Tanah	23

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Struktur Bahagian <i>M. pudica</i>	9
3.1	Peta Stesen Persampelan	17
3.2	Peta Stesen Persamapelan Kawalan	17
4.1	Purata pH tanah bagi setiap stesen persampelan	24
4.2	Purata kelembapan tanah (%) bagi setiap stesen persampelan.	25
4.3	Purata kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam tanah dengan pH	26
4.4	Purata kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam tanah dengan kelembapan tanah (%)	27
4.5	Purata taburan kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam bahagian tumbuhan dengan tanah bagi sampel tidak basuh.	29
4.6	Purata taburan kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam bahagian tumbuhan dengan tanah bagi sampel basuh.	30
4.7	Purata kepekatan Pb ($\mu\text{g}/\text{mg}$) dalam <i>M. pudica</i> tidak basuh dan basuh dengan tanah.	32

SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
3.1	<i>M. pudica</i> yang tumbuh di Stesen 1	19
3.2	Meter pH tanah	21

SENARAI SIMBOL DAN UNIT

As	Arsenik
Ca	Kalsium
CFC	Cloroflorocarbon
Cd	Kadmium
CO	Karbon Monoksida
cm	Sentimeter
cm ²	Sentimeter persegi
Cu	Kuprum
Fe	Ferum
g	Gram
g/cm ³	Gram per sentimeter padu
HC	Hidrokarbon
Hg	Merkuri
HNO ₃	Asid nitrik
H ₂ SO ₄	Asid sulfurik
m	Meter
mg/L	Miligram per liter
ml	Mililiter
mm	Milimeter
m ³	Meter padu
NH ₃	Ammonia
Ni	Nikel
NO	Nitrogen Oksida
Pb	Plumbum
SO	Sulfur Oksida
Sb	Antimoni
µg/mg	Mikro gram per miligram
Zn	Zink
%	Peratus
°C	Darjah celsius

SENARAI SINGKATAN

JAS	Jabatan Alam Sekitar
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy
IP	Indah Permai
KF	Kingfisher
UMS	Universiti Malaysia Sabah



BAB 1

PENDAHULUAN

Malaysia merupakan sebuah negara yang semakin pesat membangun dan semakin dikenali oleh kebanyakan negara seiring dengan kemajuan sains dan teknologi dunia yang semakin berkembang. Kepesatan dalam pembangunan meningkatkan permintaan terhadap sistem pengangkutan akibat sistem penyelenggaraan jalan raya yang semakin baik (Stephen *et al.*, 2002).

Asas untuk pembangunan ekonomi dan peningkatan taraf hidup mendorong pertambahan pembuatan kenderaan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk disebabkan berlakunya proses urbanisasi. Walau bagaimanapun, disebabkan pertambahan jumlah kenderaan, pelbagai projek pembinaan dijalankan dan penyelenggaraan jalan raya telah menyumbang kepada masalah pencemaran alam sekitar terutamanya pencemaran udara yang merosotkan kualiti alam sekitar.

Menurut Stephen *et al.* (2002) pencemaran membawa maksud kepada keadaan aktiviti manusia yang merosakkan kualiti persekitaran alam sekitar. Jenis-jenis pencemaran di bahagikan kepada dua iaitu pencemaran yang disebabkan oleh faktor semulajadi dan pencemaran antropoegnik. Pencemaran udara yang disebabkan oleh aktiviti perindustrian serta kenderaan bermotor menghasilkan bahan cemar seperti logam berat terbebas ke udara. Logam berat seperti cadmium (Cd), kromium (Cr), merkuri (Hg), nikel (Ni) serta plumbum (Pb) digunakan secara meluas dalam pelbagai industri seperti penghasilan tekstil, pigmen cat, pembuatan getah dan juga penghasilan kertas.

Unsur-unsur logam berat adalah unsur inorganik yang terdapat dalam persekitaran, berasal daripada pelbagai sumber semulajadi seperti luluhawa semulajadi, perlombongan, hakisan tanah, gunung berapi. Walau bagaimanapun, logam-logam berat ini adalah toksik kerana pada kepekatan tertentu, ia menjadi logam beracun kepada manusia. Kepekatan logam berat yang tinggi dalam tanah menjadikan tanah adalah fitotoksik kepada tumbuhan (Kaiser, 2001).

Pb merupakan sejenis logam berat yang terhasil daripada bahan semulajadi yang banyak terdapat dalam kerak bumi. Walau bagaimanapun, dari segi biologi, Pb tidak mempunyai sebarang faedah dalam tubuh manusia walau dalam kepekatan yang rendah. Pb mencemarkan udara dalam dua bentuk iaitu gas hasil daripada pembakaran aditif benzin oleh kenderaan dan zarah-zarah daripada alkil Pb serta Pb oksida. Pb adalah berbahaya kepada kesihatan manusia kerana boleh menyebabkan kematian dan menyebabkan klorosis kepada tumbuhan (Norela *et al.*, 2006).

Menurut Ming (2005), sebanyak 50% Pb dikeluarkan oleh kenderaan bermotor di U.S termendap dalam tanah pada lingkungan jarak 30 m dari jalan raya. Pb yang terlekat pada partikel organik dalam tanah akan terkumpul pada jarak beberapa cm dari atas permukaan tanah dan akan kekal bertahun-tahun lamanya. Tanah yang tercemar oleh Pb akan mengakibatkan tumbuhan-tumbuhan menjadi beracun dan berbahaya kepada manusia dan haiwan yang menjadikannya sebagai sumber makanan. Di U.S, pengeluaran Pb melalui pelbagai sumber dianggarkan sebanyak 600,000 tan per tahun.

1.1 Matlamat Kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji kepekatan logam berat Pb yang dalam tumbuhan *Mimosa pudica* (*M. pudica*) dan kepekatan Pb ini difokuskan pada bahagian daun, akar, batang, dan tanah.

1.2 Objektif Kajian

Bagi menjalankan kajian ini, beberapa objektif telah dikenalpasti sebagai kesinambungan kepada usaha untuk mengumpul lebih maklumat saintifik bagi

Unsur-unsur logam berat adalah unsur inorganik yang terdapat dalam persekitaran, berasal daripada pelbagai sumber semulajadi seperti luluhawa semulajadi, perlombongan, hakisan tanah, gunung berapi. Walau bagaimanapun, logam-logam berat ini adalah toksik kerana pada kepekatan tertentu, ia menjadi logam beracun kepada manusia. Kepekatan logam berat yang tinggi dalam tanah menjadikan tanah adalah fitotoksik kepada tumbuhan (Kaiser, 2001).

Pb merupakan sejenis logam berat yang terhasil daripada bahan semulajadi yang banyak terdapat dalam kerak bumi. Walau bagaimanapun, dari segi biologi, Pb tidak mempunyai sebarang faedah dalam tubuh manusia walau dalam kepekatan yang rendah. Pb mencemarkan udara dalam dua bentuk iaitu gas hasil daripada pembakaran aditif benzin oleh kenderaan dan zarah-zarah daripada alkil Pb serta Pb oksida. Pb adalah berbahaya kepada kesihatan manusia kerana boleh menyebabkan kematian dan menyebabkan klorosis kepada tumbuhan (Norela *et al.*, 2006).

Menurut Ming (2005), sebanyak 50% Pb dikeluarkan oleh kenderaan bermotor di U.S termendap dalam tanah pada lingkungan jarak 30 m dari jalan raya. Pb yang terlekat pada partikel organik dalam tanah akan terkumpul pada jarak beberapa cm dari atas permukaan tanah dan akan kekal bertahun-tahun lamanya. Tanah yang tercemar oleh Pb akan mengakibatkan tumbuhan-tumbuhan menjadi beracun dan berbahaya kepada manusia dan haiwan yang menjadikannya sebagai sumber makanan. Di U.S, pengeluaran Pb melalui pelbagai sumber dianggarkan sebanyak 600,000 tan per tahun.

1.1 Matlamat Kajian

Kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji kepekatan logam berat Pb yang dalam tumbuhan *Mimosa pudica* (*M. pudica*) dan kepekatan Pb ini difokuskan pada bahagian daun, akar, batang, dan tanah.

1.2 Objektif Kajian

Bagi menjalankan kajian ini, beberapa objektif telah dikenalpasti sebagai kesinambungan kepada usaha untuk mengumpul lebih maklumat saintifik bagi

mengkaji kesesuaian *M. pudica* dalam menyingkirkan elemen toksik dan mesti dicapai pada akhir kajian. Antara objektif kajian adalah seperti:

- i) Mengkaji hubungan pH dan kelembapan tanah dengan kepekatan Pb dalam tanah.
- ii) Mengkaji taburan kepekatan Pb pada struktur daun, akar, batang *M. pudica* tidak basuh dan basuh dengan tanah di stesen persampelan.
- iii) Mengkaji jumlah kepekatan Pb dalam *M. pudica* tidak basuh dan basuh dengan tanah.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Logam Berat

Logam berat merupakan komponen semulajadi dalam kerak bumi dan tidak boleh dimusnahkan serta boleh memasuki badan manusia melalui pencemaran-pencemaran oleh tindakan antropogenik manusia. Logam berat yang sering mencemarkan alam sekitar dan sangat berbahaya ialah Hg, Pb, As, Cd, dan Ni. Logam berat seperti Cd, Hg, dan Pb merupakan logam tidak asas dan pada kepekatan tertentu, logam-logam ini menjadi logam beracun pada makhluk hidup (Frank, 1994).

2.1.1 Sifat fiziko-kimia logam berat

Sifat fiziko-kimia yang terdapat pada logam berat seperti dalam Jadual 2.1 menyebabkan ia digunakan secara meluas dalam pelbagai jenis industri. Penggunaan logam-logam berat secara sengaja atau tidak sengaja telah mencemarkan alam sekitar (Sabrina, 2007).

Menurut Zaidi (2008), badan manusia boleh menerima sebanyak 70 elemen logam yang mempunyai fungsi tersendiri tetapi hanya terdapat 12 logam berat yang toksik kepada sistem enzim dan metabolisme tubuh manusia kerana walaupun dalam kepekatan yang rendah, ion-ion logam berat ini berupaya melarut dalam air dan mudah meresap ke dalam tisu-tisu badan dan tumbuhan. Logam-logam ini berkebolehan untuk mengikat biomolekul-biomolekul seperti protein yang melemahkan fungsi biomolekul ini serta berupaya untuk berakumulasi dalam tubuh manusia dalam jangka masa yang lama sebagai racun.

Jadual 2.1 Sifat fiziko-Kimia Logam Berat

Sifat		Rujukan
Fiziko	Kimia	
i. Jisim adalah melebihi jisim Ca iaitu 40.08 g/m^3 .	Merupakan unsur inorganik yang meruap	Ming, 2005
ii. Ketumpatan adalah melebihi 5 g/m^3	Mempunyai daya tarikan yang tinggi terhadap tanah	Yang <i>et al.</i> , 2005
iii. Kepekatan adalah kurang daripada $1-100000 \text{ mg/kg}$ dalam tanah	Merupakan konduktor haba dan elektrik yang baik	Brady, 1997

2.1.2 Sumber-sumber logam berat

Sumber logam berat adalah daripada semulajadi dan antropogenik. Namun, pembebasan spesies antropogenik dalam kuantiti yang banyak mempengaruhi spesies elemen semulajadi dan keseimbangan elemen dalam persekitaran (Sabrina, 2007).

Menurut Forstner (1995), logam berat hadir secara antropogenik dalam pelbagai kegiatan perindustrian seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.2. Pembuangan air kumbahan, sisa-sisa kimia, pembuangan sampah, dan logam-logam berat seperti Hg, Pb, As, Cd, Ni dan sebagainya ke dalam sungai atau tasik menyebabkan ketoksikan kepada organisme akuatik.

Menurut Brady (1997), secara amnya, ketoksikan sesuatu logam berat berkurangan mengikut skala berikut (Williams *et al.*, 2000).



Jadual 2.2 Kehadiran Logam Berat dalam Kebanyakan Perindustrian (Forstner, 1995).

Jenis Industri	Logam berat							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Pb	Ni	Zn
Pigmen cat dan dakwat	X	X	X		X	X		
Penyaduran	X	X	X			X	X	X
Tekstil		X						
Pulpa dan kertas		X	X		X	X	X	X
Bahan kimia organik, petro-kimia	X	X		X	X	X		X
Alkali, klorin dan bahan kimia tak organik	X	X		X	X	X		X
Pembuatan getah		X				X		X

2.2 Pengambilan Logam Berat oleh Tumbuhan

Menurut Salt *et al.*, (1995), tumbuhan menyerap logam berat melalui akar tumbuhan dan translokasi logam berat tersebut ke bahagian akar, daun dan batang. Setiap bahagian tumbuhan ini berupaya menyerap logam berat dalam kuantiti yang berbeza mengikut spesies tumbuhan (Wang *et al.*, 1997).

Penggunaan tumbuhan dalam teknologi penyerapan logam berat iaitu fitoremediasi adalah kombinasi tumbuhan dan tanah untuk memindahkan bahan pencemar daripada alam sekitar ataupun mengurangkan ketoksikan alam sekitar. Tumbuhan-tumbuhan yang mampu menyerap logam berat dalam jumlah yang tinggi dikenali sebagai fitoremediator. Fitoremediator terdiri daripada tumbuhan berupa herba, semak mahupun pohon yang mampu menyerap logam berat dalam jumlah bervariasi seperti yang terdapat dalam Jadual 2.3 yang mampu mengakumulasi unsur logam tertentu dalam kepekatan yang tinggi (Fauziah *et al.*, 2005).

Jadual 2.3 Purata kepekatan Pb dalam tanah, akar dan pucuk tumbuhan terpilih (mg/kg) (Baker *et al.*, 2006).

Famili	Nama Saintifik	Jenis	Kepekatan Pb Dalam Tanah	Kepekatan Pb Dalam Akar	Kepekatan Pb Dalam Pucuk
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	Herba	38 776	3 183	4 446
	<i>Chromolaena odoratum</i>	Tumbuhan renek	118 776	9 870	3 520
	<i>Conyza sumatrensis</i>	Herba	37 606	986	2 613
	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Herba	40 622	7 903	1 906
	<i>Sonchus arvensis</i>	Tumbuhan renek	134 740	2 857	4 830
Buddlejaceae	<i>Buddleja asiatica</i>	Herba	85 640	1 765	2 187
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i>	Herba	95 500	6 000	1 310
	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	Herba	24 670	412	3 620
	<i>Cyperus sp.</i>	Herba	20 330	1 233	642
Equisetaceae	<i>Equisetum debile</i>	Herba	78 890	21 025	1 505
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Herba	96 750	5 380	7 020
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Herba	31 830	15 130	6 700
Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	Tumbuhan renek	122 170	2 850	1 340
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Tumbuhan renek	112 000	5 930	8 100
	<i>Eleusine indica</i>	Tumbuhan renek	48 110	10 417	3 782
	<i>Neyraudia reynaudiana</i>	Tumbuhan renek	96 830	10 920	857
	<i>Imperata cylindrica</i>	Tumbuhan renek	106 640	10 923	1 430
	<i>Microstegium ciliatum</i>	Tumbuhan renek	175 170	128 830	12 200
	<i>Paspalum conjugatum</i>	Tumbuhan renek	44 302	3 879	3 344
	<i>Pennisetum polystachyon</i>	Tumbuhan renek	104 860	24 705	6 205
	<i>Phragmites vallatoria</i>	Tumbuhan renek	111 670	17 170	403
	<i>Sporobolus indicus</i>	Tumbuhan renek	109 333	9 299	5 860
Fabaceae	<i>Thysanolaena maxima</i>	Tumbuhan renek	96 390	10 720	369
	<i>Aeschynomene indica</i>	Tumbuhan renek	132 330	2 450	4 680
	<i>Aeschynomene americana</i>	Tumbuhan renek	41 573	1 557	327
Mimosaceae	<i>Vigna umbellata</i>	Herba	64 750	10 330	2 875
	<i>Mimosa pudica</i>	Herba	74 170	6 305	1 807
Malvaceae	<i>Hibiscus surattensis</i>	Herba	81 330	1 200	523
Passifloraceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Tumbuhan renek	175 000	99 670	9 070
	<i>Passiflora foetida</i>	Herba	46 500	754	347
Polygalaceae	<i>Polygala umbonata</i>	Tumbuhan memanjang	175 500	14 580	21 670
Rubiaceae	<i>Spermacoce mauritiana</i>	Herba	172 500	78 330	370
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	Tumbuhan renek	120 080	2 320	694
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Tumbuhan renek	325	58	10

2.2.1 *Mimosa pudica*

M. pudica merupakan sejenis tumbuhan yang toleran terhadap logam berat iaitu daripada family *Leguminosae* dan daripada subfamily *mimosidae* (Zamcchi *et al.*, 1994). *M. pudica* atau nama tempatannya adalah pokok semalu ialah tumbuhan yang hidup menjalar dan mempunyai jangka hayat yang panjang dan mempunyai potensi yang tolerans terhadap logam berat.

M. pudica merupakan sejenis rumpai tegar kerana walaupun dipotong, umbinya mampu menumbuhkan pucuk yang baru kecuali jika akar umbinya dicabut terus. Menurut Rajan (2001), *M. pudica* adalah jenis tumbuhan mesofit iaitu hidup di kawasan yang tidak terlalu lembap dan tidak terlalu kering. Maka, pokok semalu ini banyak dijumpai di tepi-tepi jalan dan kawasan terbiar yang sederhana kelembapannya.

Batang pokok ini mempunyai bulu yang jarang-jarang dan durinya adalah pendek manakala akarnya adalah jenis akar tunjang. Pada waktu muda, batang pokok semalu tumbuh secara menegak tetapi terkulai ke bawah dan menjalar apabila matang. Batang semalu ini berwarna hijau atau berwarna coklat. *M. pudica* merupakan tumbuhan berbunga yang biseks dan *hypogynous* dan bunganya berwarna merah jambu, manakala buahnya adalah kecil berbentuk bundar dan dalam bentuk gugusan berwarna kehijauan. Daun *M. pudica* adalah berkupuan dengan satu atau dua pasang kupuan dan 10 hingga 26 daun kecil setiap kupu. Selain itu, daunnya berbulu dan sangat sensitif terhadap sentuhan dan cahaya iaitu tumbuhan ini serta merta akan menguncup apabila disentuh, tetapi akan kembali terbuka semula dalam beberapa minit (Zamcchi *et al.*, 1994). Struktur bahagian *M. pudica* ditunjukkan seperti dalam Rajah 2.1.

pH tanah yang sesuai untuk *M. pudica* ini ialah antara 6.6 hingga 7.5. Ketinggian *M. pudica* ini adalah dari 50 cm hingga 90 cm (Farooq, 2005).

RUJUKAN

- Ayob, K., Zulkifli, Y. & Kawi, B. 2007. *Hidrologi Asas*. Prentice Hall, Pearson Malaysia, Sdn. Bhd.
- Baker, A.J.M., Chairayat, R., Kruatrachue, M., Ngernsansaruay, C., Paijitprapaporn, A., Pokethitiyook, P., & Rorkittikhum P. 2006. Uptake and Accumulation of Lead by Plants from the Bo Ngam Lead Mine Area in Thailand. *Environmental Pollution*, **144**: 681-688.
- Brady, N.C. 1997. *The Nature and Properties of Soils*. 8th ed. Mc. Millan Publishing Co, Inc. New York.
- Department of Environment. 2005. *Annual Report*. Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia.
- Fardiaz, S. & Kanisium, L. 1992. *Polisi Air dan Udara*. Kanisius, Yokjakarta.
- Farooq, S. 2005. *555 Medical Plants: Field & Laboratory Manual. Identification with its Phytochemical & In Situ Studies Data*. D.S.C. International Book Distributors, India.
- Fauzia, S., Juhaeti, T & Hidayati, N. 2005. Invertarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan & Air tergedrasi Penambangan Emas. *Jurusan Biologi*. FMIPA UNS Surakarta. *Biodiversitas*, **6**: 31-33.
- FitzPatrick, E.A. 1986. *An Introduction to Soil Science*. 2nd ed. Addison Wesley Longman Limited, London.
- Forstner, U. 1995. *Land Contamination by metals: Metal Speciation and Contamination of Soil*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Frank, S. L. 1994. *The VNR Dictionary of Environmental Health & Safety*. International Thomson Publishing.

- Hani, M. 2002. *Taburan Logam Berat Cd, Cu, Pb, Zn dalam Ipomea Aquatica muncul dan Terapung di Likas Lagun*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Malaysia Sabah.
- Hazila, C.H. 2002. *Kajian taburan logam berat Pb dan Zn dalam Typha Latifolia di Empangan Iohan, Ranau Sabah*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Malaysia Sabah.
- Hakim, M.N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Hong, G.B., & Bailey, N.H. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. *Universitas Lampung*.
- Juanda, D., Assa'ad, N. & Warsana J.S. 2003. Kajian Laju infiltrasi dan Beberapa Sifat Fisik Tanah pada Tiga Jenis Tanaman Pagar dalam Sistem Budidaya Lorong. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, **4**: 25-31
- Kabata-Pendias, A. 2001. *Trace elements in soils and plants*. 3rd ed. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Kaiser, J. 2001. *Bioindicators and Biomakers of Environmental Pollution and Risk Assessment*. Science Publishers Inc. Enfield N. H. USA.
- Kunaporn H. 2008. *Treatment of Lead-Contaminated Soil by Wetland Plants: The Hydroponic & Batch Studies*. Faculty Of Grad, Mahidol Universiti.
- Lasat, M.M. 2000. Phytoextraction of Metals from Contaminated Soils: A Review of Plant, Soil, Metal Interaction & Assessment of Pertinent Agronomic Issues. *Journal of Hazardous Substrate Research*. **1** **2**.
- Ming, H. Y. 2005. *Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants*. 2nd Ed. CRC Press LLC. U.S.
- Norela, S., Maimon, A. & Rozali, M.O. 2006. Kepekatan Plumbum, Kadmium, Nitrat dan Ammonium di Udara. *Malaysia Journal of Analytical Sciences*, **10**: 109-114.

Norizan, R. 2008. *Kesan Pembinaan Jalanraya Terhadap Isipadu Trafik dan Kualiti Udara*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Teknologi Malaysia.

Norlay, M. Z. 2004. *Taburan logam berat Cd, Cu, Pb, Zn dalam Imperata cylindrica Muncul dan Terapung di Likas Lagun*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Malaysia Sabah.

Pallavi, S. & Rama, S.D. 2005. Lead Toxicity in Plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. **17**:1

Prasad, M.N.V. 2004. *Heavy metal stress in plants*. 2nd ed. India: Springer Verlag.

Raka, J.A. & Sundra, K. 2002. *Kandungan Timah Hitam (Pb) pada Tanaman Peneduh Jalan Di Kota Denpasar*. Alumni Jurusan Biologi F. MIPA-UNUD.

Rajan, S.S. 2001. *Modern Practical Botany. Taxonomy, Economy Botany, Plant Physiology, Ecology & Cytology*. 1st Ed. Anmol Publications PVT. LTD. New Delhi.

Rashid, Y., Hashim, H. & Izani M. Z. 1990. Kesan Angin dan Hujan ke Atas Penyebaran dan Kepekatan Zarahan Terampai di Kuala Lumpur. *Jurnal Teknologi. Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur*.

Rozali, M.O. Talib, M.T. & Christopher A.K. 2001. Kajian Kepekatan Plumbum, Kadmium dan Nitrat Di Udara Di Sekitar Kawasan Nilai dan Serdang. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, **7**: 395-401

Sabrina, K. 2007. *Penspesiesan Logam Berat dalam Air Sisa Campuran Industri di Sistem Perparitan Tertutup, Zon Perindustrian Prai 1, Pulau Pinang*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Sains Malaysia.

- Sahibin, A.R., Zulfahmi, A.R., Wan Mohd. Razi Idris, Azman, H., Tuklimat Lihan, M. B. Gasim, Jumaat Adam & Fong, N. L. 2009. Kandungan Logam berat Terpilih dalam Tanah dan Tumbuhan *Arudina graminifolia* dari Kawasan Lombong Pelepas Kanan, Kota Tinggi, Johor, Malaysia. *Sains Malaysiana*, **38**: 31-38
- Salt, D.E., Blaylock, M.J., Kumar N., Dunhenkov, V., Ensley, B.D., Chel, I., & Raskin, I. 1995. Phytoremediation: A Novel Strategy for Removal of Toxic Metals from the Environment Using Plants. *BioTechnology*. **13**: 468-74
- Solomons, W., Forstner, U. & Mader, P. 1995. *Heavy Metals: Problems and Solutions*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Stephen, I., Seake, S. & S, Wall. 2002. *Environmental Issues & Policies*. Prentice Hall.
- Suzana, H. 2001. *Taburan Plumbum dalam Imperata cylindrical di Lebuhraya Tuaran Bypass*. Disertasi Sarjana Sains. Universiti Malaysia Sabah.
- Taubert, P.H.W. 1891. *Leguminosae* In Engelmann (ed): *Naturliche Pflanzenfamilien*. **3**:3
- Thayer, J. S. 1995. *Environmental Chemistry of Heavy Metal Elements: Hyrido & Organo Compounds*. VCH Publishers. Inc.
- Wang, W., Joseph, W. Gorsach, W. & Hughes, J. S 1997. *Plants for Environmental Studies*. CRC Press LLC.
- Williams, L.E. Pittman, J.K., & Hall, J.L. 2000. Emerging Mechanisms for Heavy Metals in Transport in Plants. *Biochemistry Biophysics Acta*, **1465**: 104-26
- Yang, X., Feng, Y., He, Z. & Peter, J.F. 2005. Heavy Metals Distributions in Hyperaccumulations at Tissue and Cellular Level. *Journal of trace elements in medicine*.

Zaidi, M.D. 2008. *Kajian Kandungan Logam di Tasik Kolej 16*. Disertasi Sarjana Sains.
Universiti Teknologi Malaysia.

Zamcchi, J.L., Polhill, R.M., Adams, B.R & Lock, J.M. 1994. *Phytochemical Dictionary of Leguminosae, Plants & Their Constituents*. Champan & Hall.

Zulfahmi, A.R., Jasni Yaakob., Sahibin A.R. Latif, M.T. & Nai Chai Fong. 2006. Sifat Fiziko-Kimia Tanah Potongan Cerun di Sekitar Puchong Selangor Darul Ehsan. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, **10**: 225-232.