

KAJIAN POTENSI *Microdus miquelianus* (Mont.) Bescher (MUSCI) SEBAGAI  
PENUNJUK BIOLOGI

DUNSTAN POLUS MASUNDANG

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2007



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Kajian Potensi *Microdus Miquelianus* (Mont.) Bescher (MUSA)  
Sebagai Penunjuk biologi.

Ijazah: Sarjana Muda Sains Keupujian

SESI PENGAJIAN: 3 2004/2005

Saya DUNSTAN POLUS MASUNDANG

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/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 dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

  
 (TANDATANGAN PENULIS)

\_\_\_\_\_  
 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG MAKAKAGAS,  
P/S 297, 89908 TENOM,  
SABAH.

\_\_\_\_\_  
 Nama Penyelia

Tarikh: 17/04/2007

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.

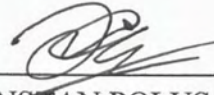
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



**PENGAKUAN**

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

26 April 2007

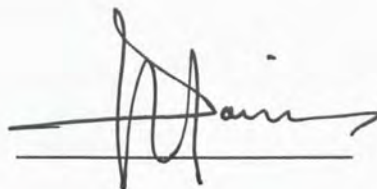
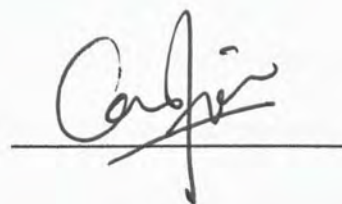
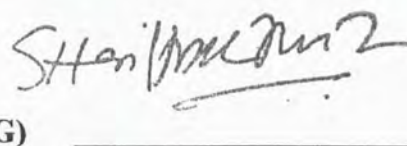


---

(DUNSTAN POLUS MASUNDANG)

(HS 2004-3175)



**PERAKUAN PEMERIKSA****DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan****1. PENYELIA****(DR. MONICA SULEIMAN)****2. KO-PENYELIA****(CIK KAMSIA BUDIN)****3. PEMERIKSA 1****(DR. IDRIS M. SAID)****4. PEMERIKSA 2****(EN. MOHD FAIRUS BIN JALIL )****5. DEKAN****(PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)**

## PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan saya ucapkan kepada penyelia projek, Dr. Monica Suleiman dan juga ko-penyelia, Cik Kamsia Budin kerana telah banyak membantu saya sepanjang menjalankan projek tahun akhir ini. Tidak dilupakan juga kepada pensyarah-pensyarah SST yang lain khususnya pensyarah dalam program Biologi Pemuliharaan di atas segala tunjuk ajar dan bimbingan samada secara langsung atau tidak langsung.

Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada En. Mustafa Salleh selaku pegawai sains Institut Biologi Tropika Dan Pemuliharaan (IBTP) kerana telah banyak membantu saya dalam menyiapkan kerja-kerja makmal, dan juga En. Ooi Sung Kok kerana telah membantu saya dalam menyelesaikan masalah statistik di saat-saat kritikal. Kepada ahli keluarga dan rakan-rakan, terima kasih diatas segala sokongan dan dorongan yang kalian berikan.

Akhir kata, bantuan dan kerjasama yang kalian berikan telah banyak membantu saya sehingga berjaya menyiapkan penulisan desertasi ini. Jasa dan budi baik kalian akan saya kenang.

## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengesan kehadiran zink, plumbum, dan kadmium di dalam *Microdus miquelianus* (Mont.) Bescher dan melihat perbandingan kadar serapan logam berat di antara Bandaraya Kota Kinabalu dengan Kota Kinabalu Wetland Centre. Kajian terhadap potensi lumut jati ini sebagai penunjuk biologi adalah yang pertama dijalankan. *M. miquelianus* dipilih kerana ia biasa ditemui di kawasan yang telah diganggu. Potensi *M. miquelianus* sebagai penunjuk biologi diuji dengan mendedahkannya kepada dua kawasan yang mempunyai tahap pencemaran yang berbeza dengan menggunakan kaedah transplantasi. Sampel kajian yang diambil daripada Institut Biologi Tropika Dan Pemuliharaan (IBTP) didedahkan kepada pencemaran selama 28 hari kemudian di bawa ke makmal untuk analisis kimia. Kepekatan logam berat di dalam sampel kajian diuji dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Hasil kajian menunjukkan hanya logam berat zink sahaja yang hadir dalam kepekatan yang tinggi di semua sampel kajian. Logam berat plumbum hanya hadir dalam kepekatan yang sangat rendah di salah satu replikat di kawasan Bandaraya Kota Kinabalu. Manakala logam berat kadmium tidak dapat dikesan di dalam semua sampel kajian yang diuji. Bandaraya Kota Kinabalu mempunyai nilai min kepekatan zink yang lebih tinggi berbanding dengan Kota Kinabalu Wetland Centre iaitu masing 739.94  $\mu\text{g/g}$  dan 196.11  $\mu\text{g/g}$ . Manakala kadar serapan zink di IBTP adalah yang terendah iaitu 138.35  $\mu\text{g/g}$ . Hasil kajian ini menunjukkan bahawa *M. miquelianus* berpotensi dijadikan sebagai penunjuk biologi bagi kehadiran logam berat zink di udara tetapi tidak sesuai sebagai penunjuk kehadiran plumbum dan kadmium.

## ABSTRACT

This study was carried out to determine the presence of zinc, plumbum, and cadmium in *Microdus miquelianus* (Mont.) Bescher. The research on the potential of this species as bioindicator has never been carried out. *M. miquelianus* was chosen because it is a common species in disturbed areas. The potential of *M. miquelianus* as a bioindicator was tested by exposing it to two areas with different level of pollution by using transplant method. The study sample was collected from the Institute for Tropical Biology and Conservation (ITBC) and was exposed to pollution for 28 days before taken to the lab for chemical analysis. The concentration of heavy metal in the study sample was tested by using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The result showed that only zinc was present in high concentration in all the samples. Plumbum was present in low concentration in one of the replicates at Kota Kinabalu City. Meanwhile, cadmium was not present in all of the samples. Kota Kinabalu City has higher mean concentration value for zinc compared to the Kota Kinabalu Wetland Centre with 739.94  $\mu\text{g/g}$  and 196.11  $\mu\text{g/g}$  respectively. The absorption rate for ITBC was the lowest with 138.35  $\mu\text{g/g}$ . The result of this study showed that *M. miquelianus* has a potential to be a bioindicator to detect the presence of zinc from the atmosphere but not suitable for plumbum and cadmium.

## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xi
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	
1.1    Pengenalan	1
1.2    Objektif Kajian	3
1.3    Skop Kajian	4
1.4    Hipotesis Kajian	4
<b>BAB 2        ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	
2.1    Bryophyta	5
2.1.1   Lumut Jati	7
2.1.2   Pengelasan Lumut Jati	8
2.1.3   Ciri-ciri Lumut Jati	9
2.1.4   Mekanisma Pertukaran Kation	9
2.2    Penunjuk Biologi	10
2.2.1   Lumut Jati Sebagai Penunjuk biologi	11





2.2.2	Kaedah Transplantasi Lumut	12
2.2.3	Spesies Kajian	14
2.2.4	Kajian Terdahulu	15
2.3	Sumber Pencemaran	16
2.3.1	Kawasan Urbanisasi	16
2.3.2	Kawasan Perindustrian	17
2.4	Logam Berat Dan Kesan Terhadap Manusia	18
2.5	Spektroskopi Atom	25

### **BAB 3           BAHAN DAN KAEDAH**

3.1	Lokasi Kajian	27
3.2	Kaedah Persampelan	29
3.3	Rekabentuk Eksperimen	30
3.4	Penyediaan Reagen Kimia Dan Alat Radas	31
3.4.1	Reagen Dan Alat Radas	31
3.4.2	Penyediaan Radas	32
3.4.3	Penyediaan Larutan Piawai	32
3.4.4	Penghomogenan Sampel	33
3.5	Analisis Kimia	34
3.5.1	Analisis Sampel	34
3.5.2	Analisis Larutan Piawai Logam	35
3.6	Analisis Statistik	36

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

4.1	Nilai Kepekatan Zink, Plumbum, dan Kadmium Di Dalam Setiap Sampel.	38
4.2	Perbandingan Min Kepekatan Zink Di Antara Kawasan kajian.	41
4.3	Analisis Statistik bagi pengujian hipotesis	44

<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	45
	<b>RUJUKAN</b>	47
	<b>LAMPIRAN</b>	51



**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Logam berat berdasarkan jenis industri	17
2.2	Jenis penyakit yang disebabkan oleh ketoksikan logam berat	24
3.1	Reagen kimia dan alat radas	31
3.2	Kepekatan larutan piawai logam yang digunakan untuk menyediakan graf kalibrasi.	36



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Struktur <i>Microodus miquelianus</i> di bawah pembesaran 12.5x	15
3.1 Peta menunjukkan kedudukan lokasi kajian (tidak berskala).	28
4.1 Kepekatan awal logam berat sebelum transplantasi (Kawasan IBTP).	40
4.2 Perbandingan kepekatan logam berat selepas 28 hari bagi kawasan Bandaraya Kota Kinabalu.	40
4.3 Perbandingan kepekatan logam berat selepas 28 hari bagi kawasan Kota Kinabalu Wetland Centre.	41
4.4 Perbandingan min kepekatan logam berat di antara kawasan kajian.	42
4.5 Perubahan min kepekatan zink selepas transplantasi bagi kawasan Kota Kinabalu Wetland Centre dan kawasan Kota Kinabalu.	43

## SENARAI SIMBOL

Ag	Argentum
Al	Aluminium
As	Arsenik
Ar	Argon
Pb	Plumbum
Cd	Kadmium
Zn	Zink
Ni	Nikel
Na	Natrium
K	Kalium
Be	Berilium
Cm	Sentimeter
Cr	Kromium
Co	Kobalt
Cu	Kuprum
Ca	Kalsium
Hg	Merkuri
Mn	Mangan
Mg	Magnesium
Mo	Molybdenum
Ti	Titanium
Se	Selenium
Fe	Ferum
R. COO <sup>-</sup>	Ion karboksil
HNO <sub>3</sub>	Asid nitrik
mm	milimeter
ml	mililiter
Se/L	Selenium per liter
g	gram
μg	Mikrogram
μg/g	Mikrogram per gram



$\mu\text{g}/\text{kg}$	Mikrogram per kilogram
ppm	part per milion
$^{\circ}\text{C}$	Darjah Celcius
>	Lebih besar
%	Peratus
$\pm$	Tambah atau kurang
$H_0$	Hipotesis null
$H_1$	Hipotesis alternatif
DNA	Asid deoksiribonukleik
ATP	Adenosine trifosfat
AAS	spektrometer serapan atom
AFS	spektrometer pendarflour atom
AES	spektrometer pancaran atom
FAAS	spektroskopi serapan nyalaan atom
IBTP	Institut Biologi Tropika Dan Pemuliharaan



## SENARAI LAMPIRAN

		Muka Surat
Aa	Bentuk sporofit <i>Microdus miquelianus</i> di bawah pembesaran 90 x.	51
Ab	Bentuk sporofit yang memanjang dan meruncing hingga ke hujung kapsul.	51
Ba	Sub-lokasi kajian 1 iaitu terletak di Stesen Minyak Esso Jalan Pantai Kota Kinabalu.	52
Bb	Sub-lokasi kajian 2 iaitu terletak di pintu pagar utama Kota Kinabalu Wetland Centre.	52
Ca	Lokasi pengambilan sampel lumut iaitu terletak di halaman IBTP.	53
Cb	Taburan lumut yang tinggi di halaman IBTP.	53
D	Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam zink dan larutan kosong (ppm).	54
E	Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam plumbum dan larutan kosong (ppm).	55
F	Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam kadmium dan larutan kosong (ppm).	56
G	Nilai kepekatan logam berat di dalam setiap sampel dalam unit ppm (data mentah).	57

H	Nilai kepekatan logam berat di dalam setiap sampel dalam unit $\mu\text{g/g}$ .	58
I	Nilai min kepekatan logam berat bagi setiap lokasi kajian.	59
Ja	Jadual untuk menguji kenormalan.	60
Jb	Jadual ujian-t sampel-sampel tidak bersandar	60





## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Penunjuk biologi adalah organisma yang digunakan untuk menguji status persekitaran di suatu ekosistem dengan menunjukkan perubahan dari segi morfologi dan fisiologi akibat daripada perubahan persekitaran. Perubahan pada organisma itu akan digunakan dalam pengukuran dan analisis data untuk menggambarkan keadaan keseluruhan ekosistem tersebut. Penunjuk biologi banyak digunakan untuk menguji status pencemaran di suatu tempat seperti kawasan bandar dan kawasan perindustrian akibat daripada pembebasan logam berat.

Logam berat merupakan faktor pencemaran utama kerana ia wujud secara berterusan di persekitaran (Fernandez *et al.*, 2004). Logam berat adalah berpunca daripada aktiviti-aktiviti yang dilakukan oleh manusia yang membebaskan bahan kimia ke persekitaran bagi tujuan perindustrian, pengangkutan, dan pertanian. Akumulasi logam berat di dalam tisu organisma boleh menyebabkan impak yang negatif terhadap proses biokimia dan fungsi saraf-saraf di dalam badan organisma. Keadaan ini akan menjejaskan rantai makanan dan menyebabkan ketidakseimbangan aliran tenaga di antara aras trofik dalam suatu ekosistem.

Terdapat banyak kajian dilakukan sebelum ini yang berkaitan dengan pencemaran atmosfera namun, kebanyakan kajian tersebut dihadkan oleh faktor kos yang tinggi dan kesukaran untuk membawa alat-alat ke kawasan persampelan yang mempunyai kedudukan geografi yang berbeza-beza. Oleh yang demikian, alternatif lain telah digunakan untuk mengkaji pencemaran atmosfera iaitu mengaplikasikan pengetahuan biopemantauan dengan menganalisis pemendapan logam berat terhadap sesuatu organisma (Szczepaniak dan Biziuk, 2003)

Sejak kebelakangan ini, kajian banyak menggunakan lumut sebagai penunjuk biologi disebabkan ia mempunyai taburan yang tinggi dan mudah dijumpai di kebanyakan tempat. Selain itu, ciri-ciri morfologi dan fisiologi lumut juga amat sesuai untuk dijadikan penunjuk biologi. Faktor ini menyebabkan ia tidak memerlukan kos yang tinggi untuk mengukur tahap pencemaran di suatu tempat. Tambahan pula dengan pertumbuhan pesat sektor perindustrian, sektor pengangkutan, dan sektor pertanian maka, kos yang digunakan untuk mengukur tahap pencemaran udara di kawasan tertentu dapat dikurangkan. Selain itu, lumut juga boleh menunjukkan kualiti air dalam kajian hidrologi dan limnologi serta keadaan kualiti tanah dalam kajian perhutanan atau pertanian (Frahm *et al.*, 1996).

Pemantauan lumut boleh dilakukan dengan menggunakan dua kaedah iaitu dengan melakukan persampelan di habitat asal atau melakukan kaedah transplantasi lumut untuk didedahkan kepada punca pencemaran (Sutton *et al.*, 2006). Setelah lumut dibiarkan pada satu jangka masa yang ditetapkan, sampel akan diambil untuk dianalisis di makmal. Kandungan logam berat yang terkandung di dalam lumut akan dikenal pasti dan dibandingkan dengan kandungan logam berat yang dikeluarkan oleh

punca pencemaran. Analisis kimia dapat menentukan nilai kepekatan setiap logam berat yang termendap di dalam lumut. Kemudian, logam berat yang paling banyak tersebar di persekitaran dapat ditentukan melalui analisis statistik. Keputusan yang diperolehi itu boleh digunakan untuk mengkaji kesan kesihatan manusia terhadap logam berat yang dibebaskan.

Penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi dilihat mempunyai potensi yang tinggi untuk dijadikan alat utama untuk mengukur tahap pencemaran sesuatu kawasan. Di negara barat penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi diaplikasikan secara meluas dan banyak spesies lumut yang telah diketahui boleh dijadikan sebagai penunjuk biologi. Berbanding di Malaysia, hanya beberapa spesies lumut sahaja setakat ini yang diketahui boleh dijadikan sebagai penunjuk biologi. Ini disebabkan kajian terhadap penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi adalah sedikit. Tambahan pula, taburan spesies lumut yang terdapat di Malaysia adalah tidak sama dengan taburan spesies lumut yg terdapat di negara barat disebabkan oleh faktor iklim dan kedudukan geografi yang berbeza. Maka dalam kajian ini, spesies lumut jati iaitu *Microdus miquelianus* (Mont.) Bescher, telah digunakan untuk mengetahui samada spesies ini boleh dijadikan penunjuk biologi yang baik atau sebaliknya.

## 1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- i) Untuk mengesan kehadiran logam berat di dalam *M. miquelianus*.
- ii) Melihat perbandingan kadar serapan logam berat di antara Bandaraya Kota Kinabalu dengan Kota Kinabalu Wetland Centre.

### 1.3 Skop Kajian

- i) Dalam kajian ini hanya satu spesies yang diuji iaitu *M. miquelianus*.
- ii) Jangka masa pendedahan spesies *M. miquelianus* kepada punca pencemaran adalah selama 28 hari.
- iii) Dalam kajian ini hanya tiga logam berat sahaja yang diuji iaitu zink, plumbum, dan kadmium.
- iv) Kawasan kajian dihadkan kepada dua tempat sahaja iaitu Bandaraya Kota Kinabalu dan Kota Kinabalu Wetland Centre.

### 1.4 Hipotesis Kajian

- $H_0$ : Kadar serapan logam berat di kawasan Bandaraya Kota Kinabalu dan kawasan Kota Kinabalu Wetland Centre tidak mempunyai perbezaan yang signifikan.
- $H_1$ : Kadar serapan logam berat di kawasan Bandaraya Kota Kinabalu dan kawasan Kota Kinabalu Wetland Centre mempunyai perbezaan yang signifikan.

## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Bryophyta

Briofit atau lumut adalah tumbuhan daripada divisi Bryophyta dan merupakan filum yang kedua terbesar di daratan selepas angiosperma. Oleh kerana kepelbagaian spesies yang tinggi, lumut boleh beradaptasi untuk menyesuaikan diri dengan keadaan persekitaran yang panas dan kering dan ini membolehkan lumut senang untuk ditemui (Fernandez dan Carballeira, 2000).

Terdapat tiga kelas briofit iaitu Anthocerae (lumut tanduk), Hepaticae (lumut hati), dan Musci (lumut jati) (Uno *et al.*, 2001). Kumpulan lumut ini semuanya mengalami selangan generasi dengan suatu generasi gametofit multisel yang panjang hayatnya yang berselang dengan suatu generasi sporofit yang pendek hayatnya. Tumbuhan sporofit ini menumpang dengan melekat kepada tumbuhan gametofit. Ciri penting yang terdapat pada organisma-organisma di dalam kelas-kelas tersebut ialah ia mempunyai hayat yang sama secara amnya (Hassan Abdullah, 1992).

Proses identifikasi lumut adalah sukar sekiranya menggunakan penglihatan secara kasar. Dengan menggunakan kanta tangan atau pun bantuan mikroskop, jenis-

jenis lumut dapat dibezakan dengan melihat kepada cara pertumbuhan sporofitnya. Struktur sporofit lumut tanduk naik menegak dan dapat dibezakan pula kepada bahagian kapsul dan kaki basal yang terbenam ke dalam tumbuhan gametofitnya. Zon meristem interkalari iaitu zon yang membahagi dengan aktif berlaku di bahagian antara kaki dan kapsul (Hassan Abdullah, 1992). Akibat daripada aktiviti tisu meristem itu, kapsul tersebut semakin bertambah panjang dan terus memanjang tanpa had. Namun secara tabii perkara sedemikian tidak mungkin akan berlaku.

Pada sporofit lumut hati, ia dibezakan kepada kapsul, seta dan kaki. Ia tidak mempunyai tempat tertentu untuk aktiviti tisu meristem aktif. Pembahagian sel berlaku di seluruh bahagian sporofit yang sedang berkembang. Sebaik sahaja pembahagian sel terhenti bermakna sporofit telah mencapai kematangan. Sporofit yang mengalami pertumbuhan itu didapati sangat terhad perkembangannya (Crandall-Stotler dan Stotler, 2000).

Sporofit lumut jati yang matang juga dapat dibezakan kepada kapsul, seta, dan kaki semasa perkembangannya. Selain itu, ia juga menunjukkan pertumbuhan apeks. Semasa pertumbuhan sporofit, bahagian hujung basal sporofit mudah menembusi ke dalam tisu gametofit. Pembahagian dan pembesaran sel-sel sporofit baru terjadi pada bahagian yang mengarah ke atas. Sporofit muda lumut jati berbentuk gelendong (Hassan Abdullah, 1992). Secara teori, sporofit lumut jati ini tumbuh hingga ke saiz yang tidak terhad, tetapi pertumbuhan cara ini tidak mungkin terjadi.

Ahli ekologi mendapati terdapat banyak briofit yang bertindak sangat sensitif terhadap perubahan di dalam ekosistem. Ciri ini membolehkan briofit sesuai

digunakan sebagai penunjuk terhadap pencemaran udara dan air. Briofit tidak dilindungi oleh kutikel berlilin seperti daun tumbuhan berbunga (Greenaway, 1991). Oleh sebab itu, daun briofit dengan mudah menyerap logam berat yang dibebaskan daripada sumber-sumber pencemaran. Daun briofit juga menyerap mineral-mineral lain dan ini membolehkan ia mengumpul sejumlah besar kandungan logam berat (Frahm *et al.*, 1990). Daun yang kecil dan tersusun rapat membolehkan ia memerangkap zarah-zarah daripada atmosfera yang mengandungi unsur-unsur logam kerana mempunyai nisbah luas permukaan yang besar (Szczepaniak dan Biziuk, 2003). Pengumpulan logam berat adalah bergantung kepada kapasiti pertukaran kation. Spesies yang berlainan mempunyai kadar pertukaran kation yang berbeza (Bates, 2000). Spesies-spesies individu briofit sangat berbeza di antara satu sama lain dari segi keadaan di tempat ia hidup. Spesies yang luas taburannya selalu boleh tumbuh di pelbagai habitat manakala spesies yang taburannya adalah terhad kepada niche ekologi tertentu selalunya menjadi spesies petunjuk yang baik (Hassan Abdullah, 1992).

### **2.1.1 Lumut Jati**

Spesies lumut jati (Musci) membentuk kumpulan yang paling besar dan biasa ditemui di dalam briofit (Uno *et al.*, 2001). Faktor pengubahsuaian sporofit menyebabkan taburan lumut jati adalah tinggi. Bentuk sporofit matang telah diubahsuai bersesuaian dengan fungsinya untuk menghasilkan dan menyebarkan spora. Kebanyakan kapsul-kapsul lumut jati dikeluarkan diujung bahagian seta yang memanjang. Struktur kapsul biasanya dibezakan kepada tiga bahagian yang umum iaitu, satu bahagian untuk fotosintesis, satu bahagian untuk penghasilan spora, dan bahagian terakhir pula

untuk penyebaran spora. Ubahsuaian ini penting supaya spora-spora mudah disebarkan oleh angin (Hassan Abdullah, 1992).

Lumut jati berwarna hijau, bersaiz kecil, dan tumbuh merayap. Lumut jati mempunyai klorofil a dan b, kanji dan dinding selulosa. Kehadiran klorofil membolehkan lumut jati melakukan proses fotosintesis untuk membuat makanan sendiri. Pertumbuhan lumut jati adalah perlahan. Namun demikian, sesetengah lumut jati tumbuh dengan cepat bergantung kepada habitatnya (Buck dan Goffinet, 2000).

### **2.1.2 Pengelasan Lumut Jati**

Lumut jati boleh dikelaskan kepada dua kumpulan berdasarkan ciri pertumbuhannya iaitu akrokarpus dan pleurokarpus (Frahm *et al.*, 1990). Menurut Buck dan Goffinet (2000), lumut jati akrokarpus mempunyai satu paksi tunggal menegak dengan cabang yang ringkas dan sporofit yang muncul pada bahagian hujung paksi utama. Sel apeks pada lumut jati jenis ini digunakan untuk menghasilkan terminal gametangium. Lumut jati akrokarpus bersifat samada bermusim atau parenial. Lumut jati akrokarpus adalah tumbuhan bukan epifit yang paling awal mengkoloni habitat teresterial terutamanya tanah dan batu.

Lumut jati pleurokarpus pula tumbuh merayap atau menjalar di atas permukaan substratnya dan mempunyai cabang yang banyak pada gametofitnya (Frahm *et al.*, 1990). Sel apeks dapat menjalankan pertumbuhan vegetatif kerana gametangia dihasilkan di sepanjang batang. Semua lumut jati pleurokarpus adalah bersifat parenial. Di kawasan iklim sederhana, lumut jati pleurokarpus mengkoloni



## RUJUKAN

- Al-Radady, A.S., Davies, B.E., French, M.J., 1993. A new design of moss bag to monitor metal deposition both indoors and outdoors. *Science Total Environment* **133**, 275-283.
- Barchan, V.H., Kovnatsky, E.F., Smetannikova, M.S., 1998. *Water, Air, and Soil Pollution* **103**, 173-195.
- Bates, J. W., 2000. Mineral nutrition, substratum ecology, and pollution. Dlm: Shaw, A. J. dan Goffinet, B. (pnyt.) *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, United Kingdom, 248-299.
- Buck, W.R. dan Goffinet, B., 2000. Morphology and classification of mosses. Dlm: Shaw, A. J. dan Goffinet, B. (pnyt.) *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, United Kingdom, 71-119.
- Buck, G.W. dan Brown, D.H., 1979. The effect of desiccation on cation location in lichens. *Annals of Botany* **44**, 265-277.
- Crandall-Stotler, B. dan Stotler, R. E., 2000. Morphology and classification of the Marchantiophyta. Dlm: Shaw, A. J. Dan Goffinet, B. (pnyt.) *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, United Kingdom, 21-38.
- Eddy, A., 1998. *A Handbook of Malesian Mosses*. Volume 1: Sphagnales to Dicranales. London: Natural History Museum Publication.
- Fairbridge, R.W., dan Finkl, C.W., Jr., 1987. *The Encyclopedia of Soil Science Part 1*, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., 388.
- Fernandez, J. A., Aboal, J.R. dan Carballeira, A., 2004. Identification of pollution sources by means of moss bags. *Ecotoxicology and Environmental safety* **59**, 76-83.

- Fernandez, J. A. dan Carballeira, A., 2000. Differences in the responses of native and transplanted mosses to atmospheric pollution: a possible role of selenium. *Environmental Pollution* **110**, 73-78.
- Frahm, J.P., Frey, W., Kürschner, H. dan Menzel, M., 1990. *Mosses and Liverworts of Mount Kinabalu*. No. 12. Sabah Parks publication, Kota Kinabalu.
- Giordano, S., Adamo, P., Sorbo, S. dan Vingiani, S., 2005. Atmospheric trace metal pollution in the Naples urban area based on results from moss and lichen bags. *Environmental Pollution* **136**, 4331-442.
- Greenaway, T., 1991. *Mosses And Liverworts*. Templer Company, Great Britain.
- Hassan Abdullah (ptrj.), 1992. *Tumbuh-tumbuhan tak berbiji benih: Bentuk dan Fungsi* Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Katz, S., dan Chatt, A., 1988. *Hair analysis: applications in the biomedical and environmental sciences*. New York: VCH Publishers Inc.
- Lee Kok Weng, 2006. *Kajian Akumulasi Logam Berat Pada Barbula consanguinea Dan Barbula indica (Musci) di Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan).
- Lembaga Pelancongan Sabah, 2005. *Kota Kinabalu and Outlying Areas*. Ed. Ke-3. Tidak berskala. Sabah Tourism Board, Sabah: Kota Kinabalu.
- Maeda, S., dan Sakaguchi, T., 1990. *Accumulation and detoxification of toxic metal elements by algae*. In: *Introduction to Applied Phycology*, Akatsuka, I., (ed), SPB Academic. 109-136.
- Nemerow, N. L. Dan Dasgupta, A., 1991. *Industrial and hazardous waste treatment*. Van Nostrand Reinhold, New York.

- Nora, F.Y.T., Wong, Y.S., dan Simpson, C.G., 1998. *Removal of Copper by Free and Immobilized Microalgae, Chlorella vulgaris*, In: *Water Treatment with Algae*, Wong, Y.S., dan Nora, F.Y.T., (eds.), Springer-Verlag and Landes Bioscience, 17.
- Pesch, R. dan Schroeder, W., 2006. Mosses as bioindicator for metal accumulation: Statistical aggregation of measurement data to exposure indices. *Ecological Indicators* **6**, 137-152.
- Rübling, Å. dan Tyler, G., 1970. Sorption and retention of heavy metal pollution on lichens and bryophytes. *Journal of Hattori Botanical Laboratory* **42**, 213-239.
- Schintu, M., Cogoni, A., Durante, L., Cantaluppi, C., Contu, A., 2005. Moss (*Bryum radiculosum*) as a bioindicator of trace metal deposition around an industrialized area in Sardinia (Italy). *Chemosphere* **60**, 610-618.
- Shaw, A.J. dan Goffinet, B., 2000. *Bryophyte Biology*. University of Cambridge, United Kingdom.
- Skoog, D. A., West, D. M. dan Hitler, F. J., 1996. *Fundamental of Analytical Chemistry*. Edisi 7. New York, Saunders College.
- Sutton, M. A., Pitcaim, C.E.R., Whitfield, C.P. (pnyt), 2004. Bioindicator and biomonitoring methods for assesing the effects of atmospheric nitrogen on statutory nature conservations sites. *JNCC Report* **356**, F90-01-535.
- Szczepaniak, K. dan Biziuk, M., 2003. Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. *Environmental Research* **93**, 221-23.
- Uno, G., Storey, R., Moore, R., 2001. *Principles Of Botany*. McGraw-Hill Companies, New York.

- Vdović, S., Sarkisyan, D., dan Pichler, G., 2006. Absorption spectrum of rubidium and cesium dimers by compact computer operated spectrometer. *Optics Communications*.
- Vitt, D. H., 2000. Peatlands: ecosystems dominated by bryophytes. Dlm: Shaw, A. J. Dan Goffinet, B. (pnyt.) *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, United Kingdom, 312-339.
- Weckwerth, G., 2001. Verification of traffic emitted aerosol components in the ambient air of Cologne (Germany). *Atmospheric Environment* **35**, 5525-5536.
- Zechmeister, H.G., Hohoenwallner, D., Riss, A., dan Hanus-Illnar. A. Estimation of element deposition derived from road traffic sources by using mosses. *Environmental Pollution* (dalam Press).