

**KAJIAN POTENSI *Trismegistria calderensis* (Musci) SEBAGAI
PENUNJUK BIOLOGI DI GUNUNG KINABALU**

**KHAIRUL NIZAM BIN YAKOB
(HS2004-1971)**

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

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM BIOLOGI PEMULIHARAAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

APRIL 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN POTENSI *Trismegistria calderensis* (MUSCI) SEBAGAI
PENUNJUK BIOLOGI DI GUNUNG KINABALU

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPULIAH (BIOLOGI PEMULiharaan)

SESI PENGAJIAN: 2004/2005

Saya KHAIRUL NIZAM BIN YAKOB

(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 PUSTAKAWAN)

Monica Suleiman
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: No. 327 - A, Jalan
Dato Keramat, 10150

P.M. Dr. Monica Suleiman

Nama Penyelia

Georgetown, Pulau Pinang 85012607-5317

Tarikh: 23/4/2007

Tarikh: 23/4/2007

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 diklasifikasikan sebagai SULIT dan TERHAD.

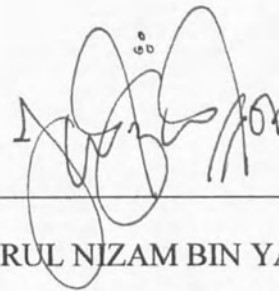
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

20 April 2007



KHAIRUL NIZAM BIN YAKOB

HS 2004-1971

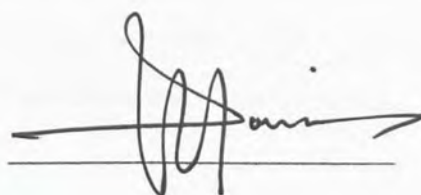


DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

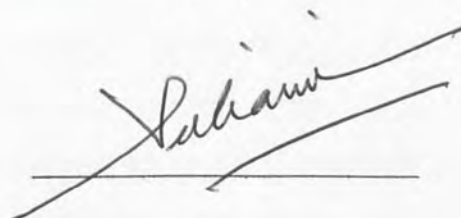
1. PENYELIA

Prof. Madya Dr. Monica Suleiman



2. PENYELIA BERSAMA

Dr. Suhaimi Yaser



3. PEMERIKSA 1

Dr. Idris M. Said



4. PEMERIKSA 2

Dr. Kartini Saibeh



5. DEKAN

Prof. Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang



PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan berkatnya maka saya telah dapat menyiapkan laporan projek tahun akhir ini dengan jayanya.

Ucapan setinggi-tinggi penghargaan yang tidak terhingga saya tujukan khas kepada Dr. Monica Suleiman selaku penyelia saya yang telah banyak berkorban masa, tenaga serta buah fikiran sepanjang saya menjalankan kerja-kerja penyelidikan dan penulisan ini. Tidak lupa juga kepada Dr. Suhaimi Yaser selaku penyelia bersama bagi projek saya ini dan semua pensyarah yang telah banyak mencurahkan ilmu yang amat berguna kepada saya.

Jutaan terima kasih juga saya tujukan untuk ibubapa saya, En. Yakob Haji Mohamed dan Pn. Che Su Salip kerana begitu memahami akan setiap situasi yang saya hadapi ketika menyiapkan projek ini. Begitu juga dengan sokongan dan galakan yang diberikan oleh kakak dan adik-adik saya. Sesungguhnya, segala nasihat dan harapan yang mereka berikan adalah amat berharga untuk diri saya.

Terima kasih juga buat semua teman-teman yang sentiasa membantu saya dalam apa jua bentuk bantuan dalam kerja-kerja penyelidikan ini. Akhir sekali, saya juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat secara langsung seperti Taman-taman Sabah, Sekolah Sains dan Teknologi serta Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan, Universiti Malaysia Sabah.

Khairul Nizam Bin Yakob

HS 2004 - 1971



ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk melihat potensi lumut jati tempatan iaitu *Trismegistria calderensis* (Sull.) Broth. sebagai penunjuk biologi terhadap logam berat Cd, Pb dan Zn yang berpunca dari kenderaan bermotor di kawasan Gunung Kinabalu, Sabah. Spesies lumut jati ini dipilih kerana ia hidup secara dominan di kawasan tanah tinggi tersebut. Tahap kepekatan logam berat Cd, Pb dan Zn yang diserap oleh *T. calderensis* di lima lokasi kajian yang berbeza jarak dari punca pencemaran diuji dengan menggunakan Alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Keputusan kajian menunjukkan *T. calderensis* mampu menyerap logam-logam berat tersebut pada kepekatan tertentu. Kesemua lokasi menunjukkan kehadiran Zn yang tinggi. Ini diikuti oleh Pb dan Cd. Terdapat hubungan yang signifikan di antara kepekatan logam berat Pb dan Zn dengan jarak punca pencemaran. Walau bagaimanapun, tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara logam berat Cd dengan jarak punca pencemaran. Selain itu juga, kajian telah mendapati bahawa *T. calderensis* adalah sesuai untuk dijadikan penunjuk biologi terhadap kehadiran logam berat Pb dan Zn. Kajian ini membuktikan bahawa *T. calderensis* berpotensi sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran udara di kawasan tanah tinggi.



ABSTRACT

This study was conducted to determine the potential of a local moss, *Trismegistria calderensis* (Sull.) Broth., as a biological indicator of heavy metals namely Cd, Pb and Zn that produced by vehicles at Mount Kinabalu, Sabah. This moss species was chosen because it is abundant at the study sites. AAS was used to determine the concentration of the heavy metals absorbed by the moss from five different areas. The results showed that *T. calderensis* is capable to accumulate heavy metals at different concentration. All sampling localities showed high concentration of Zn, followed by Pb and Cd. There was a significant correlation between the heavy metals concentration and the distance of each sampling localities except for Cd. This study also showed that *T. calderensis* is suitable as a biological indicator for Pb and Zn. In summary, this study shows that *T. calderensis* has a potential as biological indicator for air pollution in the highlands.



KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xi
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	4
1.3 Skop Kajian	5
1.4 Hipotesis Kajian	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 Bryophyta	6
2.1.1 Lumut Jati	8



2.2	Penunjuk Biologi	11
2.3	Punca Logam Berat	14
2.4	Penyerapan Ion	16
2.5	Toksisiti Logam Berat Terhadap Lumut	18
2.6	Toksisiti Logam Berat Terhadap Manusia	19
2.7	Alat Spektrofotometer Serapan Atom	21
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	23
3.1	Kawasan Kajian dan Persampelan	23
3.2	Penyediaan Reagen Kimia dan Alat Radas	26
3.2.1	Reagen Kimia dan Alat Radas	26
3.2.2	Penyediaan Radas	26
3.2.3	Penyediaan Larutan Piawai	27
3.3	Penyediaan dan Penghomogenan Sampel	28
3.4	Analisis Kimia	30
3.4.1	Analisis Sampel	30
3.4.2	Analisis Larutan Piawai Logam	31
3.5	Analisis Statistik	31
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	34
4.1	Kandungan Logam Berat dalam Sampel	34
4.1.1	Kepekatan Logam Kadmium (Cd)	38
4.1.2	Kepekatan Logam Plumbum (Pb)	39
4.1.3	Kepekatan Logam Zink (Zn)	40
4.2	Hubungan Kepekatan Logam Berat dan Jarak Lokasi Kajian	41
4.2.1	Logam Kadmium (Cd)	43
4.2.2	Logam Plumbum (Pb)	45



4.2.3	Logam Zink (Zn)	46
4.3	Perbandingan Kepekatan Logam Berat Mengikut Lokasi	48
4.3.1	Lokasi Kajian 1 (L1)	49
4.3.2	Lokasi Kajian 2 (L2)	50
4.3.3	Lokasi Kajian 3 (L3)	51
4.3.4	Lokasi Kajian 4 (L4)	51
4.3.5	Lokasi Kajian 5 (L5)	52
4.3.6	Perbandingan Keseluruhan	54
4.4	Keberkesanan Sebagai Penunjuk Biologi	56
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	58
5.1	Kesimpulan Kajian	58
5.2	Cadangan	59
RUJUKAN		60
LAMPIRAN		65



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Komposisi logam berat sisa-sisa industri utama	15
2.2	Kesan negatif logam berat kepada manusia	20
3.1	Diskripsi lokasi persampelan	24
3.2	Reagen kimia dan alat radas	26
3.3	Kepekatan larutan piawai logam	27
4.1	Purata kepekatan logam berat dalam unit $\mu\text{g/g}$ (berat kering)	37



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman	
3.1	Peta menunjukkan Rintis Silau-silau iaitu Kawasan Kajian	25
3.2	Carta aliran kerja yang terlibat dalam ujikaji ini	33
4.1	Kepekatan logam-logam berat Cd, Pb dan Zn ($\mu\text{g/g}$) pada lima lokasi persampelan yang berbeza	35
4.2	Kolerasi kepekatan Cd terhadap lokasi-lokasi kajian	44
4.3	Kolerasi kepekatan Pb terhadap lokasi-lokasi kajian	45
4.4	Kolerasi kepekatan Zn terhadap lokasi-lokasi kajian	47



SENARAI FOTO

No. Foto		Halaman
2.1	Foto lumut jati sebenar jenis akrokarpous	10
2.2	Foto lumut jati sebenar jenis pleurokarpous	11
2.3	Foto alat spektrofotometer serapan atom (Model Perkin Elmer)	21
3.1	Oven pengeringan sampel lumut	29
3.2	Lesung pengisar sampel lumut	29
3.3	Pemanasan campuran sampel	30

SENARAI SIMBOL

Simbol	Penerangan
Sp	Spesies
°C	Darjah Celcius
Zn	Zink
Pb	Plumbum
Ni	Nikel
Cd	Kadmium
Hg	Merkuri
Ag	Argentum
Au	Aurum
Cr	Kromium
As	Arsenik
Fe	Ferum
Al	Aluminium
Mn	Mangan
Co	Kobalt
K ⁺	Ion Kalium
Ca ²⁺	Ion Kalsium
km	Kilometer
%	Peratus
HNO ₃	Asid Nitrik
HCl	Asid Hidroklorik
µg/ml	Mikrogram per mililiter



Simbol	Penerangan
V	isipadu
mm	Milimeter
ml	Mililiter
g	Gram
r	Pekali Kolerasi
M	Kemolaran
$\mu\text{g/g}$	mikrogram per gram

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
A	Peta Lokasi Kajian di Gunung Kinabalu, Sabah	65
B	Kaedah-kaedah Penyediaan Larutan Piawai Logam	66
C	Kalibrasi Logam-logam Berat	68
D	Data Kasar	70
E	Kesimpulan Statistik	72
F	Nilai Kepakatan Logam dalam Sampel ($\mu\text{g/g}$ berat kering)	73
G	Ujian Pekali Kolerasi Spearman	75



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Lumut jati adalah merupakan salah satu jenis tumbuhan dari peringkat rendah yang dikelaskan di dalam filum Bryophyta. Tumbuhan ini adalah bersaiz kecil, padat, berwarna hijau, berkeupayaan menjalankan proses fotosintesis serta tidak mempunyai sistem vaskular (Giordano *et al.*, 2005).

Lumut mempunyai julat ekologi yang kecil serta tumbuh di persekitaran yang berbeza mengikut habitat yang spesifik bagi lumut yang berlainan spesiesnya (Uno *et al.*, 2001). Ini menjadikan lumut mempunyai julat ekologi yang spesifik dan ianya boleh digunakan sebagai penunjuk biologi yang baik bagi sesetengah keadaan ekologi. Lumut jati juga berupaya menunjukkan kualiti udara dalam kajian sains sekitar, kualiti air dalam kajian hidrologi dan limnologi serta keadaan kualiti tanah dalam kajian perhutanan atau pertanian. Kebolehannya untuk tumbuh pada substrat yang mengandungi mineral-mineral tertentu seperti kuprum, plumbum atau zink juga menjadikannya sesuai digunakan untuk mengkaji kadar penyerapan dan pemendapan mineral (Frahm *et al.*, 1990).



Lumut jati telah digunakan dalam kajian-kajian yang berkaitan dengan pencemaran alam sekitar sejak dari tahun 1960-an lagi. Kajian sebegini telah dimulakan oleh dua orang ahli sains dari Sweden iaitu Åke Ruehling dan Germund Tylor pada lewat tahun 1960-an (Pesch & Schroeder, 2006). Mereka telah menggunakan lumut jati sebagai penguji biologi terhadap kajian akumulasi logam berat dalam atmosfera pada ekosistem daratan.

Lumut jati adalah penunjuk biologi yang efektif. Memandangkan lumut jati tidak mempunyai sistem akar yang sebenar, ia mampu untuk menyerap nutrien serta bahan pencemar dari atmosfera secara terus (Cesa *et al.*, 2006). Secara relatif, lumut jati mempunyai luas permukaan yang besar serta kecenderungan yang tinggi untuk menyerap molekul organik dari atmosfera (Adamo *et al.*, 2003). Fisiologi ini membolehkan lumut jati menyerap air, nutrien serta bahan pencemar dari atmosfera dengan aktif.

Lumut jati yang berlainan spesies mempunyai daya ketahanan dan taburan yang berbeza. Oleh itu, ia adalah sesuai digunakan untuk menunjukkan tahap pencemaran di sesuatu kawasan. Logam berat adalah bahan yang tidak berdegradasi dan ia boleh berpadu dengan komponen ekosistem yang lain untuk menjadi molekul organik atau molekul tidak organik (Godish, 2001). Kesan akumulasi logam berat di persekitaran boleh menyebabkan impak-impak negatif terhadap flora dan fauna di dalam sesuatu ekosistem. Kesan akumulasi logam berat di persekitaran boleh mengganggu rantaian makanan semulajadi serta menyebabkan ketidakseimbangan aliran tenaga di antara aras trofik rantai makanan (Cox, 1997).



Pada hakikatnya, lumut jati sememangnya memerlukan kewujudan logam-logam berat seperti zink dan kuprum di dalam fungsi metabolisme mereka. Namun, tahap kepekatan yang diperlukan adalah sangat rendah (Poikolainen *et al.*, 2004). Logam akan menjadi toksik terhadap organisma-organisma tersebut apabila kepekatan yang diserap adalah tinggi. Keadaan ini boleh mengancam serta mengurangkan tahap kecergasan organisma-organisma hidup di dalam sesuatu ekosistem.

Terdapat banyak kajian yang telah dilakukan tentang penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi. Ini kerana analisis kimia bagi logam-logam berat adalah mudah dan kepekatan logam berat di dalam lumut jati adalah jauh lebih tinggi berbanding dengan tumbuhan yang lain (Figueira *et al.*, 2002). Kajian tentang penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi adalah banyak dilakukan di negara-negara barat. Ini adalah disebabkan oleh proses perindustrian dan peningkatan bilangan kenderaan bermotor serta tahap pencemaran yang tinggi pada masa kini.

Sehingga kini, kajian-kajian tentang penggunaan lumut jati sebagai penunjuk biologi adalah sangat popular di negara-negara barat. Dilaporkan bahawa kajian sebegini telah lengkap dijalankan di kawasan-kawasan hemisfera barat dan tiada kajian-kajian yang berkaitan dilaporkan dari kawasan Asia (Lim *et al.*, 2006). Di Malaysia, hanya satu kajian setakat ini yang pernah dijalankan di kawasan Kota Kinabalu, Sabah bagi kawasan tanah rendah (Lee, 2006). Kajian tersebut telah mendapati bahawa spesies lumut jati tempatan boleh digunakan sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran udara yang berpunca dari kenderaan bermotor.



Walau bagaimanapun, kajian tentang keupayaan lumut jati sebagai penunjuk biologi di kawasan tanah tinggi di Malaysia adalah masih belum pernah dilakukan. Oleh itu, kajian ini akan dijalankan untuk melihat keberkesanan lumut jati tempatan sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran udara yang berpunca dari kenderaan bermotor di kawasan tanah tinggi.

Kajian ini akan melihat potensi lumut jati tempatan iaitu *Trismegistria calderensis* (Sull.) Broth. sebagai penunjuk biologi terhadap logam berat seperti zink, plumbum dan kadmium yang berpunca dari kenderaan bermotor di kawasan Gunung Kinabalu. Kajian sebegini boleh menyumbang kepada pengetahuan saintifik tentang potensi lumut-lumut jati tempatan sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran udara.

1.2 Objektif

Kajian ini mempunyai objektif seperti berikut:

- i) Untuk mengesan kehadiran beberapa logam berat yang disebabkan oleh kenderaan bermotor iaitu zink, plumbum dan kadmium di Gunung Kinabalu dengan menggunakan lumut jati tempatan iaitu *Trismegistria calderensis*.
- ii) Untuk melihat tahap kepekatan logam-logam berat pada lima lokasi persampelan yang berbeza.
- iii) Untuk menentukan keberkesanan *Trismegistria calderensis* sebagai penunjuk biologi terhadap pencemaran yang disebabkan oleh kenderaan bermotor.



1.3 Skop Kajian

- i) Logam berat yang dianalisis adalah zink, plumbum dan kadmium.
- ii) Spesies lumut jati tempatan yang digunakan dalam kajian ini adalah *Trismegistria calderensis*.
- iii) Kawasan kajian yang dipilih adalah Rintis Silau-silau, Gunung Kinabalu, Taman Kinabalu, Sabah.

1.4 Hipotesis

- i) Hipotesis Null (H_0)

Terdapat perbezaan yang nyata atau jelas di antara nilai-nilai kepekatan logam-logam berat bagi sampel lumut jati dari lokasi persampelan yang berbeza.

- ii) Hipotesis Alternatif (H_1)

Tidak terdapat perbezaan yang nyata atau jelas di antara nilai-nilai kepekatan logam-logam berat bagi sampel lumut jati dari lokasi persampelan yang berbeza.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Bryophyta

Briofit adalah merupakan tumbuhan yang tergolong di bawah divisi Bryophyta. Briofit boleh diklasifikasikan kepada tiga kelas iaitu Musci (lumut jati), Hepaticae (lumut hati) serta Anthocerotae (lumut tanduk). Pengelasan ini adalah berdasarkan bentuk morfologinya yang berbeza antara satu sama lain. Selain itu juga, ciri-ciri anatomi gametofit dan sporofit bagi setiap briofit juga adalah berbeza antara satu sama lain (Frahm *et al.*, 1990).

Briofit merupakan tumbuhan yang berkebolehan untuk tumbuh di merata-rata tempat yang lembab. Briofit juga boleh tumbuh di kawasan-kawasan yang tidak boleh ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan yang lain (Uno *et al.*, 2001). Kebanyakan briofit adalah tumbuhan hijau yang bersaiz kecil dan padat. Sama seperti tumbuhan hijau yang lain, briofit juga boleh menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Ini adalah kerana tumbuhan ini juga menghasilkan klorofil a dan b seperti tumbuhan hijau yang lain (Campbell & Reece, 2002).



Briofit juga adalah satu-satunya tumbuhan yang tidak mempunyai sistem vaskular. Briofit juga tidak mempunyai struktur daun, batang serta akar yang sebenar. Namun, kebanyakan briofit mempunyai struktur tanpa tisu vaskular yang menyerupai daun. Selain itu, kewujudan struktur rhizoid pada briofit juga menggantikan fungsi akar pada tumbuhan hijau ini (Uno *et al.*, 2001). Struktur rhizoid ini memainkan peranan sebagai sokongan serta untuk mendapatkan sumber nutrien dari permukaan substratnya manakala struktur tanpa tisu vaskular yang menyerupai 'daun' pada briofit pula menyerap air serta mineral terlarut pada permukaannya (Uno *et al.*, 2001).

Dari segi pembiakan, briofit mempamerkan perselangan generasi di dalam kitar hidupnya. Selangan generasi adalah kitar hidup yang mempunyai selangan generasi antara generasi gametofit (haploid) dengan generasi sporofit (diploid) yang menghasilkan spora dan gametofit adalah generasi yang dominan (Johnson, 1989). Gametofit yang matang akan mengeluarkan organ pembiakan khas yang disebut gametangium (Campbell & Reece, 2002). Struktur gametangium ini adalah terdiri daripada organ seks jantan (anteridium) dan organ seks betina (arkegonium). Setiap anteridium akan menghasilkan sperma biflagelum (anterozoid) yang motil manakala arkegonium pula menghasilkan telur (ovum).

Persenyawaan seks briofit adalah memerlukan keadaan yang lembap dan berair. Sperma yang berflagela akan berenang ke arkegonium untuk proses persenyawaan. Zigot (diploid) yang terbentuk akan berkembang menjadi generasi sporofit yang terus melekat kepada gametofit iaitu tidak tumbuh di atas substrat.



Sporofit berfungsi menghasilkan spora di dalam sporangium (Campbell & Reece, 2002).

Zigot akan menghasilkan kaki dan struktur penghasil spora yang disebut kapsul. Zigot yang masih melekat pada tumbuhan induk akan berkembang menjadi embrio multisel (Uno *et al.*, 2001). Kapsul yang terhasil lazimnya terletak pada struktur seperti tangkai yang disebut seta. Kapsul ini terdiri daripada satu lapisan sel mandul yang mengelilingi tisu yang mengandungi sel induk spora.

Sel induk spora akan membahagi secara meiosis dan menghasilkan spora haploid. Apabila mencapai tahap kematangan, spora haploid akan disebarkan oleh angin. Spora yang mendarat di atas tanah lembap akan bercambah dan mengeluarkan suatu struktur yang disebut protonema (Johnson, 1989). Protonema pula akan tumbuh menjadi tumbuhan gametofit haploid yang berdaun.

2.1.1 Lumut Jati

Lumut jati merupakan tumbuhan dari peringkat rendah yang diklasifikasikan di bawah kelas Musci. Lumut jati merupakan kumpulan terbesar dan terkenal dalam divisi Bryophyta (Uno *et al.*, 2001). Kumpulan tumbuhan peringkat rendah ini juga merupakan kumpulan tumbuhan yang berjaya hidup bersama-sama tumbuhan vaskular yang lain.

Terdapat hampir 15, 000 spesies lumut yang telah berjaya dikenal-pasti dan direkodkan. Lumut-lumut ini wujud dalam pelbagai saiz dan bentuk. Secara



RUJUKAN

- Aceto, M., Abollino, O., Conca, R., Malandrino, M., Mentasti, E. dan Sarzanini, C., 2003. The use of mosses as environmental metal pollution indicators. *Chemosphere*. **50**, 333-342.
- Adamo, P., Giordano, S., Vingiani, S., Cobianchi R. C. dan Violante, P., 2003. Trace element accumulation by moss and lichen exposed in bags in the city of Naples (Italy). *Environmental Pollution*. **122**, 91-103.
- Ahmad Badri Mohamad, 1987. *Perspektif Persekitaran*. Penerbit Fajar Bakti, Malaysia.
- Barret J., Hughes M. N., Karavaiko G. I. dan Spencer P. A., 1992. *Metal Extraction by Bacterial Oxidation of Minerals*. Ellis Horwood Limited.
- Brown, D. H. Dan Brumelis, G., 1996. A biomonitoring method using the cellular distribution of metals in moss. *The Science of the Total Environment*. **187**, 153-161.
- Campbell, N. A. dan Reece, J. B., 2002. *Biology*. **6**. Pearson Education, Inc., diterbitkan sebagai Benjamin Cummings, San Francisco.
- Ceburnis, D., dan Valiulis, D., 1999. Investigation of absolute metal uptake efficiency from precipitation in moss. *The Science of The Total Environment*. **226**, 247-253.



- Celine, S. L. L., Li, X., Zhang, G., Peng, X. dan Zhang, L., 2005. Biomonitoring of trace metals in the atmosphere using moss (*Hypnum plumaeforme*) in the Nanling Mountains and the Pearl River Delta, Southern China. *Atmospheric Environment*. **39**, 397-407.
- Cesa, M., Bizzotto, A., Ferraro, C., Fumagalli, F. dan Nimis, P. L., 2006. Assessment of intermittent trace element pollution by moss bags. *Environmental Pollution*. 1-7.
- Coakes, S. J. dan Steed, L. G., 2003. *SPSS: Analysis without Anguish*. (Version 11.0 for Windows). John Wiley & Sons Australia, Ltd.
- Cox, G. W., 1997. *Conservation Biology: concept and applications*. **2**. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Edwards, C. A., Subler, S., Chen, S. K. dan Bogomolov, D. M., 1989. Essential criteria for selecting bioindicator species, process or systems to assess the environmental impact of chemicals on soil ecosystems. Dlm: Straalen, N. M. van dan Krivolutsky, D. A. (pnyt.), *Bioindicator Systems for Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers, London. 67-84.
- Fernández, 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.
- Figueira, R., Sérgio, C. dan Sousa, A. J., 2002. Distribution of trace metals in moss biomonitors and assessment of contamination sources in Portugal. *Environmental Pollution*. **118** (1), 153-163.



- Frahm, J. P., Frey, W., Kürschner, H. dan Menzel, M., 1990. *Mosses and Liverworts of Mt. Kinabalu*. 12. Sabah Parks Publications, Malaysia.
- 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, 431-442.
- Godish, T., 2001. *Air Quality*. Lewis publishers, New York. 3, 215 – 305.
- Huckabee, J. W., 1973. Mosses: Sensitive indicators of airborne mercury pollution. *Atmospheric Environmental*. 7, 749-754.
- Johnson, A., 1989. *Mosses of Singapore and Malaysia*. Singapore University Press.
- Kovacs, M., Podani, J., Tuba, Z., Turcsanyi, G., Csintalan, Z. Dan Meenks, J. L. D., 1992. *Biological Indicators in Environmental Protection*. Ellis Horwood Limited, England.
- Lim, T. B., Xu, R., Tan, B. dan Obbard, J. P., 2006. Persistent organic pollutants in moss as bioindicators of atmospheric pollution in Singapore. *Chemosphere*. 64, 596-602.
- Lee, K. W., 2006. *Kajian akumulasi logam berat pada **Barbula consaguinea** dan **B. indica** di Kota Kinabalu, Sabah*. Tesis Sarjana Muda, UMS (Unpbl.)
- Manutsewee, N., Aeungmaitrepirom, W., Varanusupakul, P. dan Imyim, A., 2006. Determination of Cd, Cu and Zn in fish and mussel by AAS after ultrasound-assisted acid leaching extraction. *Food Chemistry*.



- Metcalf, E., 1987. *Atomic Absorption and Emission Spectroscopy*. John Wiley & Sons, London.
- Nemerow, N. L. dan Dasgupta, A., 1991. *Industrial and hazardous waste treatment*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Ng, O. H., 2004. *A study of the accumulation of heavy metals in selected moss and lichen species in Singapore*. Tesis Sarjana Muda Sains, National University of Singapore.
- Pesch, R. dan Schroeder, W., 2006. Mosses as bioindicators for metal accumulation: Statistical aggregation of measurement data to exposure indices. *Ecological Indicators*. **6**, 137-152.
- Poikolainen, J., Kubin, E., Piispanen, J. dan Karhu, J., 2004. Atmospheric heavy metal deposition in Finland during 1985-2000 using mosses as bioindicators. *The Science of the Total Environment*. **318**, 171-185.
- Richardson D. H. S., 1984. *The Biology of Mosses*. Blackwell Scientific Publications.
- Schintu, M., Cogoni, A., Durante, L., Cantaluppi, C. dan Contu, A., 2005. Moss (*Bryum radiculosum*) as a bioindicator of trace metal deposition around an industrialised area in Sardinia (Italy). *Chemosphere*. **60**, 610-618.
- Szczepaniak, K. dan Biziuk, M., 2003. Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. *Environment Research*. **93** (3), 221-230.



- Timberlake, K. C., 2003. *Chemistry: An Introduction to General, Organic & Biological Chemistry*. **8**. Pearson Education, Inc., diterbitkan sebagai Benjamin Cummings, San Francisco.
- Uno, G., Storey, R. dan Moore, R., 2001. *Principles of Botany*. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Vasconcelos, M. T. S. D. dan Tavares, H. M. F., 1997. Atmospheric metal pollution (Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) in Oporto city derived from results for results for low-volume aerosol samplers and for the moss *Sphagnum auriculatum* bioindicator. *The Science of the Total Environment*. **212**, 11-20.
- Wieteska, E., Zióek, A. dan Drzewińska, A., 1996. Extraction as a method for preparation of vegetable samples for the determination of trace metals by atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta*. **330**, 251-257.

