

**KAJIAN PERBANDINGAN TAHAP PENCEMARAN MENGGUNAKAN
LUMUT *Barbula consanguinea* (Thwaites & Mitt.) A. Jaeger SEBAGAI
PENUNJUK BIOLOGI DI KAMPUS UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

MELISSA SUE BINTI DAILIN

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

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

MEI 2008

PERBUKUAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN PERBANDINGAN TAHAP PENCEMARAN MENGGUJAKAN *Borbula consanguinea* (Thwaites & Mitt.) A. Jaeger SEBAGAI PENUNJUK BIOLOGI DI KAMPUS UMS.

IJAZAH: SARJANA MUAF SAINS (KEPUJIAN)

SAYA MELISSA SUE BINTI DALIN
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2007/2008

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

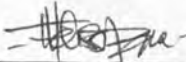
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: P.O. Box 419,
89657 TAMBUNAN, SABAH.

PROF MARYA DR MONICA SULEIMAN
Nama Penyelia

Tarikh: 2/5/08

Tarikh: 2/5/08

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.

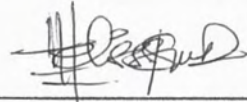
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

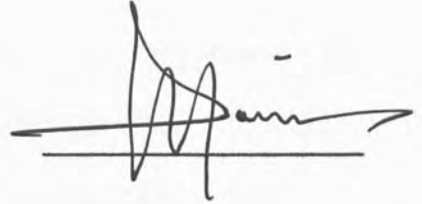
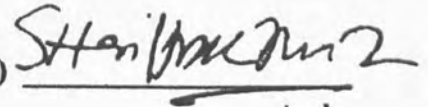
8 Mei 2008



MELISSA SUE BINTI DAILIN

(HS 2004 - 8029)



PERAKUAN PEMERIKSA**DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan****1. PENYELIA****(PROF. MADYA DR. MONICA SULEIMAN)****2. PENYELIA BERSAMA****(PN NOR AZIZUN RUSDI)****3. PEMERIKSA 1****(DR. IDRIS MOHD. SAID)****4. PEMERIKSA 2****(DR. KARTINI SAIBEH)****5. DEKAN****(PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)**

PENGHARGAAN

Sesungguhnya, syukur kepada Tuhan kerana dengan limpah berkat-Nya proses penyiapan projek tahun akhir di Universiti Malaysia Sabah dengan usaha dan semangat yang gigih telah siap dengan jayanya.

Setinggi-tinggi jutaan terima kasih dan sekalung budi penghargaan saya ucapkan kepada Prof. Madya Dr. Monica Suleiman selaku penyelia dan juga penyelia bersama iaitu Pn. Nor Azizun Binti Rusdi yang telah banyak memberikan bimbingan dan tunjuk ajar dalam kerja-kerja penulisan dan projek pembentangan, sumbangan dalam bentuk idea serta nasihat terutamanya sewaktu berhadapan dengan keadaan kritikal semasa projek ini dijalankan. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada pembantu-pembantu makmal di Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan dan Sekolah Sains dan Teknologi yang turut menyumbang tenaga secara langsung dan tidak langsung dalam menyiapkan projek ini.

Kepada pensyarah-pensyarah dalam Biologi Pemuliharaan, ilmu pengetahuan yang diberikan dalam bentuk teori dan kerja-kerja lapangan sepanjang saya berada di universiti amat bernilai dan pengalaman sedemikian akan dijadikan sebagai panduan dalam bidang kerjaya dan masa depan kelak.

Akhir sekali, kepada keluarga yang tersayang dan rakan seperjuangan yang turut serta dalam memberikan sokongan dalam bentuk moral dan dorongan, segala jasa dan budi akan saya kenangi.

ABSTRAK

Kajian ke atas akumulasi logam berat di kampus Universiti Malaysia Sabah telah dijalankan menggunakan lumut *Barbula consanguinea* (Thwaites & Mitt.) A. Jaeger. Objektif kajian ini adalah untuk menentukan kepekatan empat jenis logam berat iaitu Zn, Pb, Cu dan Cd dan membandingkan tahap pencemaran di tiga kawasan terpilih iaitu Sekolah Sains dan Teknologi, Dewan Kuliah Pusat dan Institut Biologi Tropikal dan Pemuliharaan. Persampelan telah dilakukan secara rawak dengan lima replikat pada setiap sub-lokasi, memberikan jumlah keseluruhan kutipan sebanyak 15 sampel. Kepekatan pada Zn, Pb, Cu dan Cd telah ditentukan secara kuantitatif menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (AAS). Keputusan menunjukkan min kepekatan logam berat secara relatifnya adalah mengikut turutan $Zn > Pb > Cu > Cd$. Analisis varians satu hala (ANOVA) menunjukkan perbezaan min yang signifikan pada kandungan kepekatan logam berat pada ketiga-tiga sub-lokasi kajian. Kawasan Sekolah Sains dan Teknologi menunjukkan kepekatan logam yang paling tinggi, diikuti dengan Dewan Kuliah Pusat dan di Institut Biologi Tropikal dan Pemuliharaan. Kesimpulannya, lumut *B. consanguinea* merupakan penunjuk biologi yang sesuai untuk melihat kehadiran Pb, Zn dan Cu tetapi tidak pada Cd.



ABSTRACT

Heavy metal accumulation within Universiti Malaysia Sabah campus was investigated using the moss *Barbula consanguinea* (Thwaites & Mitt.) A. Jaeger. The objective of this study was to determine the concentration of four heavy metals Zn, Pb, Cu and Cd and to compare the level of pollution in three selected sites, Sekolah Sains dan Teknologi, Dewan Kuliah Pusat and Institute for Tropical Biology and Conservation. The sampling was done randomly with five replicates per site, giving out 15 total numbers of samples collected. The concentrations of Zn, Pb, Cu and Cd were quantitatively analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results indicated the relative order of the mean metal concentration was $Zn > Pb > Cu > Cd$. One way ANOVA analysis showed a significant difference of heavy metal concentration between the three sites which Sekolah Sains dan Teknologi has the highest concentration, followed by Dewan Kuliah Pusat and in Institute for Tropical Biology and Conservation. It is concluded that *B. consanguinea* is suitable as a bioindicator for the presence of Zn, Pb and Cu but not for the presence of Cd.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PERAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	4
1.3 Skop kajian	4
1.4 Hipotesis	4
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Briofit	5
2.1.1 Kitar Hidup Briofit	6
2.1.2 Ciri-ciri Khas Pada Lumut	8
2.1.3 Habitat Lumut Jati	9
2.1.4 Kepentingan Lumut Dalam Persekitaran	9



2.2	Penunjuk Biologi	10
2.3	Logam Berat	12
2.4	Punca-punca Logam Berat	12
2.5	Jenis-Jenis Logam Berat	14
2.5.1	Zink	14
2.5.2	Plumbum	14
2.5.3	Kadmium	15
2.5.4	Kuprum	15
2.6	<i>Barbula consanguinea</i>	16
2.7	Analisis Menggunakan Alat Spektrofotometer Serapan Atom	17
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH		
3.1	Kawasan Kajian	20
3.2	Persampelan Kawasan Kajian	23
3.3	Penyediaan Reagen Kimia Dan Alat Radas	24
3.3.1	Reagen Kimia Dan Alat Radas	24
3.3.2	Penyediaan Radas	24
3.3.3	Penyediaan Larutan Piawai	25
3.4	Penyediaan Dan Penghomogenan Sampel	26
3.5	Analisis Kimia	27
3.5.1	Analisis Pencernaan Sampel	27
3.5.2	Penentuan Kepekatan Logam Berat Berdasarkan Kepada Penggunaan Alat Spektrofotometer Serapan Atom	29
3.5.3	Analisis Pada Graf Kalibrasi	30
3.6	Analisis Statistik	31

BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN



4.1	Kepekatan Logam Berat Zn, Pb, Cu dan Cd Dalam Lumut <i>Barbula consanguinea</i>	32
4.2	Perbandingan Min Kepekatan Zn, Pb, Cu dan Cd Pada Setiap Sub-lokasi Kajian	34
4.2.1	Zink	34
4.2.2	Plumbum	36
4.2.3	Kuprum	37
4.2.4	Kadmium	38
4.3	Analisis Statistik Bagi Pengujian Hipotesis	40
4.4	Perbandingan Keseluruhan Logam Berat Dan Sub-lokasi Yang Dikaji.	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN		
5.1	Kesimpulan Kajian	43
5.2	Cadangan Kajian	44
RUJUKAN		45
LAMPIRAN		51



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Parameter-parameter spektrofotometer serapan atom.	18
3.1	Diskripsi dan ciri sub-lokasi kajian.	22
3.2	Reagen kimia dan alat radas yang digunakan dalam penganalisan logam berat.	24
3.3	Nilai kepekatan larutan piawai logam berat.	26
4.1	Min dan sisihan piawai kepekatan logam berat dalam berat kering ($\mu\text{g/g}$) pada sub-lokasi yang berbeza	33



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Kitar hidup briofit dengan perselangan generasi yang nyata pada gametofit dan sporofit.	7
2.2	Jumlah penggunaan kenderaan dari tahun 2002 sehingga tahun 2003 di Malaysia.	13
3.1	Peta kawasan kajian di Universiti Malaysia Sabah melalui gambar udara pada satelit.	21
3.2	Keperluan-keperluan alat spektrofotometer serapan atom.	28
4.1	Perbandingan min kepekatan logam berat pada <i>Barbula consanguinea</i> di ketiga-tiga sub-lokasi kajian.	34



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
2.1	Sampel lumut jati <i>Barbula consanguinea</i> yang telah matang bersama sporofit diambil dari kawasan Dewan Kuliah Pusat (DKP).	17
3.1	Proses pengeringan sampel-sampel lumut di dalam oven mikrogelombang pada suhu $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.	27
3.2	Proses pencernaan sampel lumut di atas ceper pemanas elektronik.	28



SENARAI SIMBOL

Simbol	Penerangan
HCL	Asid hidroklorik
HNO ₃	Asid nitrik
⁰ C	Darjah Celsius
DKP	Dewan Kuliah Pusat
Fe	Ferum
g	Gram
IBTP	Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan
V	Isipadu
Cd	Kadmium
Co	Kobalt
Cu	Kuprum
Hg	Merkuri
µg/g	Mikrogram per gram
µg/L	Mikrogram per liter
µg/ml	Mikrogram per millimeter
mA	Miliampere
ml	Mililiter
mm	Milimeter
nm	Nanometer
Ni	Nikel
ppm	Parts per milion
%	Peratus
Pb	Plumbum
p	Probabiliti
SST	Sekolah Sains dan Teknologi
cm	Sentimeter
±	Tambah atau kurang
V	Vanadium
Zn	Zink



SENARAI LAMPIRAN

	Muka Surat
A Taburan lumut <i>Barbula consanguinea</i> yang padat di kawasan SST, Universiti Malaysia Sabah.	51
B Kepekatan logam berat dalam unit ppm ($\mu\text{g/L}$) pada setiap sub-lokasi.	52
C Kepekatan logam berat dalam unit ppm ($\mu\text{g/L}$) pada setiap sub-lokasi.	54
D Ujian kenormalan	56
E Keputusan output SPSS	57
F Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam zink (ppm) yang diambil dari alat AAS	59
G Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam plumbum (ppm) yang diambil dari alat AAS.	60
H Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam kuprum (ppm) yang diambil dari alat AAS.	61
I Nilai serapan (Abs) dan kepekatan larutan piawai logam kadmium (ppm) yang diambil dari alat AAS.	62



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Lumut adalah sejenis tumbuhan yang terletak dalam divisi Bryophyta (Smith, 2004) dan merupakan sejenis tumbuhan peringkat rendah. Ciri morfologinya ialah berwarna hijau, bersaiz kecil dan dari segi anatominya tidak mempunyai vaskular dan mempunyai potensi dalam menjalankan proses fotosintesis dengan baik (Giardano *et al.*, 2005). Julat ekologi lumut yang kecil menyebabkan taburan habitatnya hanya terdapat pada suatu kawasan tertentu sahaja (Uno *et al.*, 2001).

Pada masa kini, kajian mengenai lumut terrestrial telah digunakan secara meluas sebagai pembiomonitoran dalam pemantauan terhadap kualiti udara pada suatu skala kawasan yang kecil dan juga pada kawasan yang luas. Pada pemantauan di julat kawasan yang luas, lumut digunakan dalam mewujudkan rangkaian perhubungan untuk menilai jenis pencemaran yang hadir pada suatu negara manakala di kawasan yang kecil, lumut digunakan dalam mengkaji pencemaran yang berlaku dipersekitaran perindustrian (Fernandez *et al.*, 2007). Kefungsian dan kejayaan penggunaan lumut sebagai penunjuk biologi telah diaplikasikan dalam melihat pencemaran udara, tanah dan air. Pada lewat 1960an, saintis dari Sweden iaitu Ake Ruhling dan Germund Tylor

telah menggunakan lumut dalam pemantauan perlonggokan logam dari atmosfera dengan kaedah *in situ* untuk mengesan aliran longgokan logam berdasarkan ruang dan masa pada ekosistem terestrial di Eropah (Pesch dan Schroeder, 2006).

Di negara selatan Sepanyol, lumut terestrial menjadi tumbuhan penting selama 30 tahun dalam pemantauan dan pemetaan terhadap kawasan yang mempunyai kadar pemendapan bahan pencemar pada kawasan yang berbeza. Ciri lumut yang mampu menyerap nutrien dan bahan pencemaran secara langsung dari atmosfera (Fernandez *et al.*, 2002) menyebabkannya berpotensi sebagai penunjuk biologi dalam melihat kualiti udara. Lumut juga telah menjadi penunjuk biologi yang paling baik dalam melihat kadar pemendapan unsur seperti Pb, Cd, Cu, V dan unsur separa Zn (Szczepaniak dan Biziuk, 2003).

Antara faktor yang menyumbang kepada penggunaan lumut secara meluas dalam menilai tahap kualiti udara adalah disebabkan ia tidak memerlukan alat atau bahan kelengkapan yang mahal. Tambahan lagi, kepekatan unsur yang tinggi pada lumut mendorong kepada penganalisan yang ringkas dan juga kurang berlakunya kontaminasi semasa kajian makmal dijalankan (Schintu *et al.*, 2005). Lumut juga tidak mempunyai sistem pembentukan akar maka unsur dan mineral diserap secara langsung daripada atmosfera (Schintu *et al.*, 2005) dan kecenderungan aktiviti serapan melalui gametofit membolehkan pemendapan dan pengumpulan logam pada kadar yang tinggi berlaku berbanding dengan Coniferophyta dan Angiospermophyta (Frahm *et al.*, 1996).

Di Malaysia, kajian mengenai potensi lumut *Barbula consanguinea* dan *Barbula indica* sebagai penunjuk biologi telah dilakukan pada kawasan tanah rendah iaitu di Kota Kinabalu (Lee, 2006) dan di kawasan tanah tinggi, lumut *Trismegistria calderensis* yang terdapat di Gunung Kinabalu (Khairul, 2007). Kedua-dua kajian yang dilakukan menunjukkan lumut sesuai digunakan sebagai penunjuk biologi dalam melihat kandungan bahan pencemar yang dikeluarkan daripada kenderaan bermotor ke dalam persekitaran pada kawasan yang berbeza.

Kajian terhadap *Barbula consanguinea* merupakan lumut yang mudah dijumpai di kawasan tanah rendah yang terganggu seperti kawasan bandar dan perumahan (Eddy, 1990). Ini menjadikannya sesuai sebagai penunjuk biologi. Kajian aplikasi penggunaan lumut menggunakan *B. consanguinea* dalam melihat tahap pencemaran di sekitar Universiti Malaysia Sabah merupakan yang pertama di Malaysia. Seterusnya, lumut ini juga boleh menjadi penyumbang kepada pengetahuan saintifik mengenai kehadirannya sebagai tumbuhan yang mempunyai aset penting dalam persekitaran semulajadinya.

1.2 Objektif Kajian

Kajian ini mempunyai dua objektif utama iaitu:-

- i) Untuk menentukan kepekatan logam berat zink, plumbum, kuprum dan kadmium pada lumut *Barbula consanguinea*.
- ii) Untuk membandingkan kepekatan logam berat pada lumut *Barbula consanguinea* pada kawasan kajian yang dipilih.

1.3 Skop Kajian

- i) Logam berat yang dianalisis adalah zink, plumbum, kuprum dan kadmium.
- ii) Spesies lumut tempatan yang digunakan ialah *Barbula consanguinea*.
- iii) Kawasan kajian yang dipilih ialah Sekolah Sains dan Teknologi, Dewan Kuliah Pusat dan Institut Biologi Tropika dan Pemuliharaan, Universiti Malaysia Sabah.

1.4 Hipotesis Kajian

Hipotesis Null (H₀)

Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara nilai min pada kepekatan logam berat dalam lumut di ketiga-tiga sub-lokasi kajian.

Hipotesis Alternatif (H_a)

Terdapat perbezaan yang signifikan antara nilai min pada kepekatan logam berat dalam lumut di ketiga-tiga sub-lokasi kajian.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Briofit

Briofit merupakan tumbuhan tidak bervaskular yang dikelaskan dalam kingdom Plantae. Tumbuhan tidak bervaskular bermaksud embriofit (tumbuhan bukan alga) yang tidak mempunyai tisu vaskular (Mauseth, 2003) yang terdiri daripada kambium, xilem dan floem. Secara taksonomi, briofit terletak di antara alga dan pteridofit. Briofit yang boleh dibahagikan kepada tiga kelas iaitu Musci (lumut jati), Hepaticae (lumut hati) dan Anthocerotae (lumut tanduk) (Asakawa, 1998).

Briofit merupakan tumbuhan hijau yang menjalankan proses fotosintesis dan menghasilkan klorofil *a* dan *b*, kanji, dinding sel berselulosa dan sel sperma. Secara fizikalnya, saiz briofit yang kecil dan tidak mempunyai tisu vaskular menyebabkannya tumbuh rendah dan secara langsungnya menyerap air melalui proses osmosis (Uno *et al.*, 2001). Walaupun briofit ini tidak mempunyai daun, akar dan batang sebenar tetapi kehadiran rizoid halus yang merupakan rerambut membolehkannya menyerap air dan mineral daripada tanah lembab (Uno *et al.*, 2001) dan berupaya mencengkam substrat yang didudukinya. Kelimpahan briofit atau lumut yang tinggi menyebabkannya

hampir wujud pada semua persekitaran termasuklah kawasan yang tidak dapat didiami oleh tumbuhan lain.

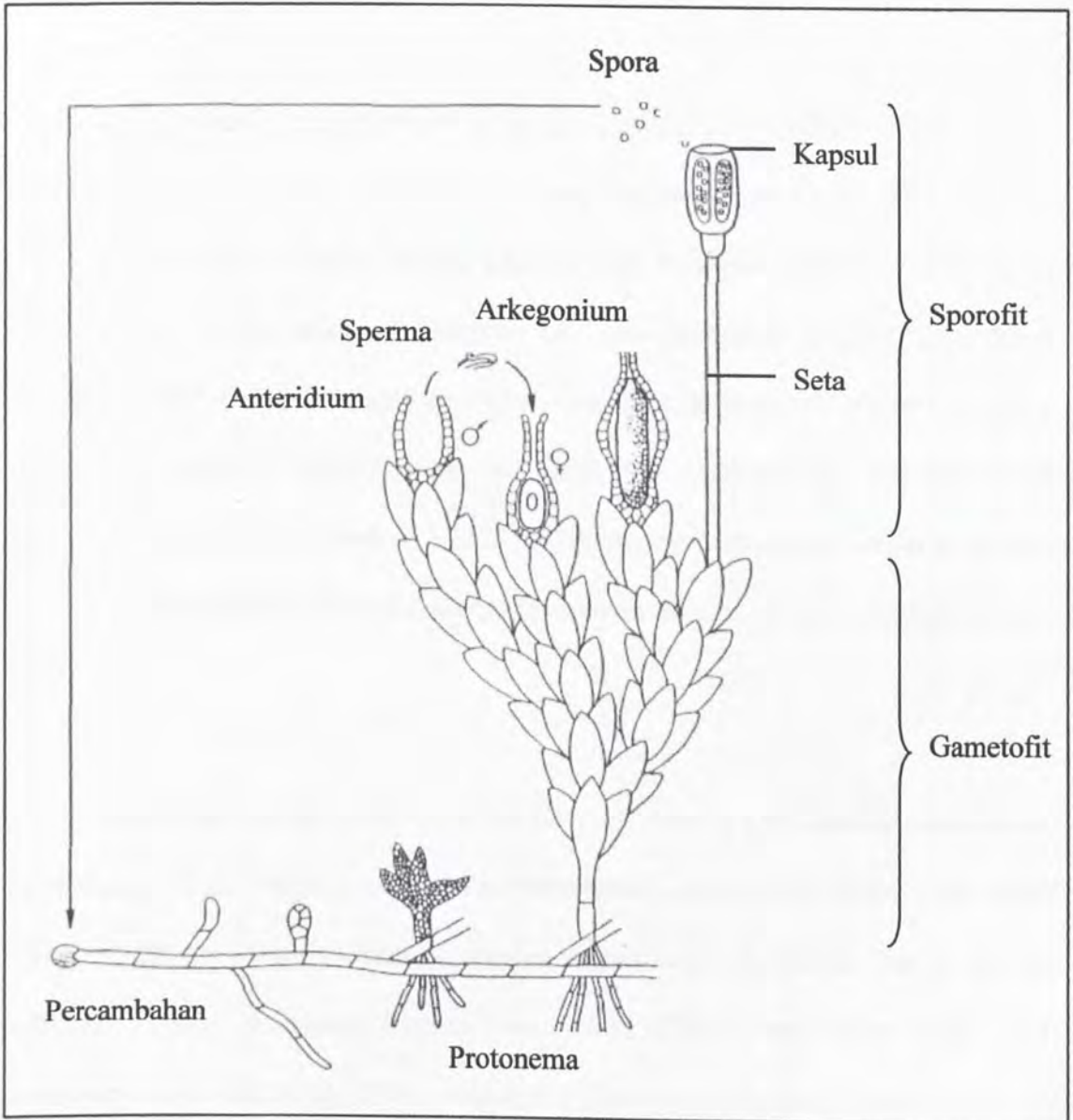
2.1.1 Kitar Hidup Briofit

Dalam kitar hidup lumut, ia merupakan tumbuhan yang mempunyai perselangan generasi yang nyata antara gametofit dan sporofit. Generasi yang dominan dikenali sebagai gametofit manakala generasi sporofit adalah kecil dan wujud dalam masa yang singkat dalam kitar hidupnya. Rajah 2.1 menunjukkan kitar hidup pada briofit (Frahm *et al.*, 1996).

Lumut yang matang akan menghasilkan gametofor di dalam gametangia manakala arkegonia pula akan menghasilkan telur. Kedua-dua gametofit arkegonia dan anteridia terhasil daripada dua induk yang berbeza iaitu jantan dan betina. Kesan daripada tarikan kimia, sperma yang berflagela daripada anteridia akan berenang menuju kepada telur yang terdapat dalam arkegonia (Campbell dan Reece, 2002) lalu bercantum menghasilkan zigot yang akan berkembang di dalam arkegonia sehingga menjadi sporofit muda.

Semasa peringkat muda, sporofit lumut adalah berwarna hijau dan mampu menjalankan fotosintesis tetapi semasa peringkat matang di mana spora dilepaskan, sporofit lumut akan bertukar kepada warna merah. Sporofit pada lumut terdiri daripada tiga bahagian utama iaitu sporogonium (kapsul) iaitu kantung spora, tangkai (seta) dan tapak (Uno *et al.*, 2001). Spora-spora yang telah dilepaskan dan tiba ke substrat yang sesuai akan bercambah dan berkembang membentuk protonema primer.

Protonema ini akan mengalami peringkat pembahagian sel dan membentuk tunas baru lalu menjadi satu tumbuhan lumut yang baru.



Rajah 2.1 Kitar hidup briofit dengan perselangan generasi yang nyata pada gametofit dan sporofit (Sumber: Frahm *et al.*, 1996).

2.1.2 Ciri-ciri Khas Pada Lumut

Lumut mempunyai ciri khas yang membolehkannya untuk meneruskan kemandirian hidupnya. Antara ciri-ciri khas ini ialah pada bahagian rizoid dan juga daunnya.

Pada bahagian rizoid lumut, ia terdiri daripada sel berfilamen. Rizoid pada lumut ini adalah berbeza daripada akar yang terdapat dalam tumbuhan vaskular (Campbell dan Reece, 2002) dan ia tumbuh pada bahagian bawah talus. Peranan utama rizoid adalah dalam penyerapan air dan berupaya menjadi penyokong mekanikal untuk membolehkannya melekat di atas permukaan sesuatu substrat yang lembab atau basah, contohnya kayu, batu basah atau tanah lembab. Ketidakhadiran akar yang nyata dalam tumbuhan briofit ini juga menyebabkannya menyerap air dan mineral secara langsung daripada atmosfera melalui permukaan gametofitnya (Bates, 1992).

Selain itu, struktur daun pada briofit yang bersaiz kecil dan tumbuh secara rapat di antara satu dengan yang lain membolehkannya menjadi tumbuhan yang sesuai sebagai indikator dalam melihat akumulasi logam berat. Kesesuaian lumut sebagai indikator kepada akumulasi logam berat boleh dilihat pada kajian yang telah dilakukan oleh Frahm *et al.* (1996). Keputusan dalam kajian beliau menunjukkan hasil pengekstrakan daun lumut jati mengandungi banyak unsur-unsur logam yang tinggi dan beracun. Ciri-ciri pada daun lumut seperti bentuk, ketumpatan dan luas permukaannya yang besar meningkatkan pendedahan kepada unsur-unsur di atmosfera (Giordano *et al.*, 2005). Morfologi pada daun lumut mempengaruhi penyerapan logam berat dan memerangkap zarah-zarah unsur di udara dengan lebih cekap.



2.1.3 Habitat Lumut Jati

Lazimnya, lumut jati mendominasi dan tumbuh dengan baik pada kawasan yang mempunyai persekitaran yang lembab dan redup. Di kawasan hutan tanah tinggi, kebanyakan lumut jati tumbuh sebagai epifit di atas pokok terutamanya pada bahagian batang, dahan akar mahupun daun pokok.

Selain itu, pertumbuhan lumut di sesuatu kawasan habitat banyak dipengaruhi oleh faktor cahaya (Richard, 1984). Cahaya memainkan peranan yang penting dalam pertumbuhan lumut jati selain daripada penguraian bahan-bahan reput dan air hujan. Lumut jati yang tumbuh di bawah cahaya yang panas secara berterusan tidak mempunyai tumbesaran dengan baik kerana suhu yang tinggi akan menyebabkan struktur-struktur sel lumut pecah akibat hidrasi (Richard, 1984).

Dalam sesuatu habitat lumut, taburannya dipengaruhi oleh faktor cuaca dan pembolehubah yang lain (Krommer *et al.*, 2007). Faktor ini telah dinyatakan dalam Krommer *et al.* (2007) yang menggunakan lumut dalam melihat status kualiti udara.

2.1.4 Kepentingan Lumut Dalam Persekitaran

Lumut jati mempunyai kepentingan dalam persekitaran menyebabkannya menjadi salah satu tumbuhan kajian yang penting oleh saintis-saintis di negara-negara maju. Antara fungsi lumut di dalam ekologi kita adalah untuk menyediakan makanan dan habitat kepada haiwan-haiwan seni yang bersaiz kecil seperti serangga dan juga berpotensi dalam menyimpan air dalam ekosistem bumi (Frahm *et al.*, 1996). Fungsi



RUJUKAN

- Aceto, M., Abollino, O., Conca, R., Malandrino, M., Mentastí, E. dan Sarzanini, C. 2003. The use of mosses as environmental metal pollution indicators. *Chemosphere* **50**, ms. 333-342.
- Ando, H. dan Matsuo, A. 1984. *Applied bryology*. Dlm Motel, S.W., (pnyt.). *Advances in Bryology*. Ed. ke-2. Germany, ms. 133-1224.
- Asakawa, Y. 1998. Biologically active compounds from bryophytes. *Journal of Hattori Botanical Laboratory* **84**, ms. 91-104.
- Bates, J. W. 1992. Mineral nutrient acquisition and retention by bryophytes. *Journal of Bryology* **17**, ms. 223 –240.
- Bruning, F. dan Kreeb, K. H. 1993. Mosses as bioindicators of heavy metal contamination within urban areas. Dlm: Markert, B., (pnyt). *Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Germany, ms. 395-401.
- Campbell, N. A. dan Reece, J. B. 2002. *Biology (International Edition)*. Ed. ke-6. Pearson Education, Inc, United States of America.
- Coakes, S. J. 2005. *SPSS: Analysis Without Anguish (version 12.0 for windows)*. John Wiley & Sons Australia, Singapore.
- Duzgoren-Aydin, N. S., Wong, C. S. C., Aydin, A., Song, Z., You, M. dan Li, X. D. 2006. Heavy metal contamination and distribution in the urban environment of Guangzhou, SE China. *Environmental Geochemistry and Health* **28**, ms. 375–391.
- Eddy, A. 1990. *A Handbook of Malesian mosses Volume 1: (Leacobryaceae to Buxbaumiaceae)*. Natural History museum Publication, London.

- Ewers, U. dan Schlipkopter, E. J. 1991. Lead In deciduous teeth of children living in a non ferrous smelter area and a rural area. *Environmental Health* **50**, ms. 139-151.
- Fernandez, J. A., Ederra, A., Nunez, E., Martinez-Abaigar, J., Infante, M., Heras, P., Elias, M. J., Mazimpaka, V. dan Carballeira, A. 2002. Biomonitoring of metal deposition in northern Spain by moss analysis. *The Science of the Total Environment* **300**, ms. 115-127.
- Fernandez, J. A., Aboal, J. R., Real, C. dan Carballeira, A. 2007. A new moss biomonitoring method for detecting sources of small scale pollution. *Atmospheric Environment* **41**, ms. 2098-2110.
- Figueira, R., Sergio, C. dan Sousa, A. J. 2002. Distribution of trace metals in moss biomonitors and assessment of contamination sources in Portugal. *Environmental Pollution* **118**, ms. 153-163.
- Frahm, J. P., Frey, W., Kurschner, H. dan Menzel, M. 1996. *Mosses and Liverworts of Mount Kinabalu*. Natural History Publication (Borneo) Sdn. Bhd., Kota Kinabalu.
- Garty, J. 1993. Lichen as biomonitors for heavy metal pollution. Dlm: Markert, B., (pnyt). *Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Germany, ms. 193-263.
- Gerdol, R., Bragazza, L., Marchesini, R., Alber, R., Bonetti L., Lorenzoni, G., Achilli, M., Buffoni, A., De Marco, N., Franchi, M., Pison, S., Giaquinta, S., Palmieri, F., dan Spezzano, P. 2000. Monitoring of heavy metal deposition in Northern Italy by moss analysis. *Environmental Pollution* **108**, ms. 201-208.
- 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**, ms. 431-442.

- Gordon, M. H. dan Macrae, R. 1987. *Instrumental analysis in the biological sciences*. Blackie Academic & Professional, United Kingdom.
- Gothberg, A., Greger, M., Holm, K. dan Bengtsson, B. E. 2004. Influence of nutrient levels on uptake and effects of mercury, cadmium and lead in water spinach. *Journal Environment Quality* **33**, ms. 1247-1247.
- Greger, M. dan Lofstedt, M. 2004. Comparison of uptake and distribution of cadmium in different cultivars of bread and durum wheat. *Crop Science* **44**, ms. 501-507.
- Grodzinska, K. Szarek-Lukaszewska, G. dan Godzik, B. 1999. Survey of heavy metal deposition in Poland using mosses as indicators. *The Science of the Total Environment* **229**, ms. 41-51.
- Jabatan Alam Sekitar. 2004. *Malaysia Environmental Quality Report 2003*. Selangor Darul Ehsan.
- Jamaluddin, J dan Ismail A. 1988. *Pengantar Geografi Fizikal*. Kuala Lumpur: Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar.
- Jayasakera, R. 1993. Concentration of selected heavy metals in different compartments of a mountain rain forest ecosystem in Sri Lanka. Dlm: Markert, B., (pnyt). *Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Germany, ms. 613-622.
- Khairul, N. 2007. *Kajian potensi Trimegistria calderensis (musci) sebagai penunjuk biologi di Gunung Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).
- 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.

- Krommer, M., Zechmeister, H. G., Roder, I., Scharf, S. dan Hanus-Ilmar, A. 2007. Monitoring atmospheric pollutants in the biosphere reserve Wienerwald by a combined approach of biomonitoring methods and technical measurements. *Chemosphere* **67**, ms. 1956-1966.
- Lawrence, E. 1995 (pnyt). *Dictionary of biological terms*. Ed. ke-11. Longman Singapore Publishers, Singapore, ms. 281.
- Lee, K. W. 2006. *Kajian akumulasi logam berat pada Barbula consanguinea dan B.indica di Kota Kinabalu, Sabah*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (Tidak diterbitkan).
- Markert, B. 1993. Instrumental Analysis of Plants. Dlm: Markert, B., (pnyt). *Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Germany, ms. 65-103.
- Mauseth, J. D. 2003. *Botany-An Introduction to Plant Biology*. Ed. ke-3. Jones and Barlett Publishers, United States of America, ms. 655.
- Nicolai, T. 2002. Pollution, environmental factors and childhood respiratory allergic disease. *Toxicology* **181-182**, ms. 317-321.
- Oxford Dictionary of Science*. 2005. Ed. ke-5. Oxford University Press, New York.
- Pesch, R. dan Schroeder, W. 2006. Mosses as bioindicator for metal accumulation: Statistical aggregation of measurement data to exposure indices. *Ecological Indicators* **6**, ms. 137-152.
- Rau, S., Miersch, J., Neumann, D., Weber, E. dan Krauss, G. J. 2007. Biochemical responses of the aquatic moss *Fontinalis antipyretica* to Cd, Cu, Pb and Zn determined by chlorophyll fluorescence and protein levels. *Environmental and Experimental Botany* **59**, ms. 299-306.

- Richard, P. W. 1984. The ecology of tropical forest bryophytes. Dlm Schuster, R. M., (pnyt.). *The Hittori botanical laboratory-New Manual of Bryology* 2, ms. 125-139.
- Richard, D. B. dan Jack, D. K. 1993. *Concepts, instrumentation and techniques in Atomic absorption spectrophotometry*. The Perkin-Elmer Corporation, United States of America.
- Saleema, M., Derome, J., Helmisari, H., Nieminen, T. dan Vanha-majamaa, I. 2004. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland. *Science of the Total Environment* **324**, ms. 141–160.
- Schilling, J. S. dan Lehman, M. E. 2002. Bioindication of atmospheric heavy metal deposition in the Southeastern US using the moss *Thuidium delicatulum*. *Atmospheric Environment* **36**, ms. 1611–1618.
- Schintu, M., Cogoni, A., Durante, L., Cantaluppi, C. dan Contu, A. 2005. Moss (*Bryum radiculosum*) as a bioindicator of trace element deposition around and industrialized area in Sardinia (Italy). *Chemosphere* **60**, ms. 610-618.
- Smith, A. J. E. 2004. *The Moss Flora of Britain and Ireland*. Ed. ke-2. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Streit, B. dan Stumm, W. 1993. Chemical properties of metals and the process of bioaccumulation in terrestrial plants. Dlm: Markert, B., (pnyt). *Plants as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Germany, ms. 193-263.
- Szczepaniak, K. dan Biziuk, M. 2003. Aspects of the biomonitoring using mosses and lichens as bioindicators of metal pollution. *Environmental Research* **93**, ms. 221-230.