

**PERBANDINGAN LOGAM BERAT DI DALAM RAMBUT PEKERJA
BENGKEL DENGAN ORANG AWAM**

VELAS TENDAHAL

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PERBANDINGAN LOGAM BERAT DI DALAM RAMBUTPEKERJA BANGKEL PENYIARAN ORANG AWAMIJAZAH: SARJANA MUDA SAINSSAYA VELAS TENDAHAL
(HURUF BESAR)SESI PENGAJIAN: 2007# / 2007

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 institutsi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

TERHAD

TIDAK TERHAD

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

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

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

Disahkan Oleh

Velas Tendahal
(TANDATANGAN PENULIS)

Jahimin Asik
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Kg. Mogaiputi
Penampang

EN. JAHIMIN ASIK
Nama Penyelia

Tarikh: 14/12/2007

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



PENGAKUAN

Dengan ini, saya akui bahawa hasil kerja siap ini merupakan hasil kerja saya sendiri, kecuali ringkasan dan nukilan yang setiap satunya telah dinyatakan sumbernya,

29 NOVEMBER 2007



VELAS TENDAHAL

HS2004 – 4095



DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(ENCIK JAHIMIN ASIK)

**2. PEMERIKSA 1**

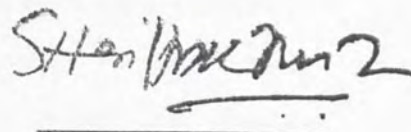
(PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY)

3. PEMERIKSA 2**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

(DR. NAUMIE SURUGAU)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K. OMANG)



PENGHARGAAN

Setelah usaha dan kerja keras selama beberapa bulan, dan dengan berkat dan rahmat Tuhan, saya berasa amat berbesar hati dan berbangga dengan terhasilnya desertasi yang siap ini. Dengan ini, maka sempurnalah syarat universiti bagi tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda dengan Kepujian.

Saya akui, dalam proses melengkapkan dan pencarian maklumat bagi desertasi ini memanglah sukar dan amat mencabar sama ada dari segi mental mahupun fizikal. Oleh itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Encik Jahimin Asik. Saya berasa amat bertuah kerana mempunyai seorang penyelia seperti beliau yang telah sanggup meluangkan masa dan bermurah hati untuk memberikan tunjuk ajar dan bimbingan serta meminjamkan bahan rujukan beliau kepada saya.

Selain itu, penghargaan ini juga saya tujukan kepada para pembantu makmal kerana telah memberi tunjuk ajar dalam mengendalikan alatan makmal dan peringatan yang diberikan tentang keselamatan dalam makmal. Tidak lupa juga kepada para individu yang telah rela berkerjasama untuk menyumbangkan sampel (rambut) untuk memastikan objektif desertasi ini dapat dicapai. Jasa baik dan perhatian yang diberikan amatlah saya hargai.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada ahli keluarga saya dan juga kepada rakan-rakan saya, kerana telah memberi sokongan dan dorongan yang tak terhingga sejak dari mula sehinggalah selesai disertasi ini. Terima kasih kerana memahami, dan perhatian yang diberikan.

Sekian ,Terima kasih.

VELAS TENDAHAL

29 NOVEMBER 2007



ABSTRAK

Kajian perbandingan kepekatan logam-logam berat yang terdapat dalam rambut para pekerja bengkel dengan orang awam telah dijalankan. Kandungan logam Aluminium, Nikel, Mangan, Kobalt, Kadmium dan Kromium ini telah dapat dikesan pada sampel rambut pekerja bengkel dan sampel rambut orang awam setelah analisis dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Didapati bahawa kepekatan logam berat dalam sampel-sampel rambut pekerja bengkel seperti (19.96 $\mu\text{g/g}$)Aluminium, dan (5.12 $\mu\text{g/g}$)Nikel adalah lebih tinggi daripada kepekatan logam berat yang sama pada sampel rambut orang awam (Aluminium adalah 0.12 $\mu\text{g/g}$, dan Nikel adalah 0.72 $\mu\text{g/g}$). Selain itu sampel rambut pekerja bengkel juga menunjukkan kepekatan logam berat (0.22 $\mu\text{g/g}$)Mangan, (0.04 $\mu\text{g/g}$)Kromium, (0.04 $\mu\text{g/g}$)Kobalt dan (0.16 $\mu\text{g/g}$)Kadmium kurang daripada kepekatan logam berat yang serupa pada sampel rambut orang awam (Kepekatan logam Mangan, Kromium, Kobalt dan Kadmium pada sampel rambut orang awam adalah 1.32 $\mu\text{g/g}$, 0.44 $\mu\text{g/g}$, 0.32 $\mu\text{g/g}$, dan 0.33 $\mu\text{g/g}$).



**DIFFERENTIATION OF HEAVY METAL IN WORKSHOP WORKERS HAIR
WITH ORDINARY PERSON'S HAIR SAMPLES**

ABSTRACT

A research about the differentiation of heavy metal in workshop workers hair with ordinary person's hair samples has been done. This research was done by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) to determine six heavy metals (Alluminium, Nickel, Manganese, Cobalt, Cadmium and Chromium). The result of this research came out showing that, the density of (19.96 $\mu\text{g/g}$)Alluminium, and (5.12 $\mu\text{g/g}$)Nickel are higher than the ordinary person's hair samples (Alluminium is 0.12 $\mu\text{g/g}$, and Nickel is 0.72 $\mu\text{g/g}$). Besides that, the workshop workers hair samples also shows some low density resulting from the AAS. The low density metals are (0.22 $\mu\text{g/g}$)Manganese, (0.04 $\mu\text{g/g}$)Chromium, (0.04 $\mu\text{g/g}$)Cobalt and (0.16 $\mu\text{g/g}$)Cadmium. These results are differ from the ordinary person's hair samples (the Manganese, Chromium, Cobalt, and Cadmium density for the ordinary person's hair samples are 1.32 $\mu\text{g/g}$, 0.44 $\mu\text{g/g}$, 0.32 $\mu\text{g/g}$, and 0.33 $\mu\text{g/g}$).



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH DAN DIAGRAM	xii
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	xiii
SENARAI RUMUS DAN FORMULA	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	3
1.3 Skop Kajian	3
BAB 2 KALIAN LITERATUR	5
2.1 Logam Berat	5
2.1.1 Sifat Fizikal Logam Berat	6
2.1.2 Sifat Kimia Logam Berat	6



2.2	Logam Berat Dan Ketoksikannya	7
2.2.1	Aluminium	7
2.2.2	Arsenik	8
2.2.3	Kadmium	8
2.2.4	Kromium	9
2.2.5	Kobalt	10
2.2.6	Kuprum	10
2.2.7	Plumbum	11
2.2.8	Merkuri	12
2.2.9	Nikel	12
2.2.10	Zink	13
2.2.11	Selenium	13
2.2.12	Megnesium	14
2.2.13	Mangan	14
2.3	Punca Logam Berat Dalam Industri	15
2.4	Analisis Rambut	17
2.4.1	Kelebihan Ujian Melalui Analisis Rambut	18
2.5	Rambut	20
2.5.1	Struktur Rambut	20
2.5.2	Sifat Rambut	21
2.6	Kajian Terdahulu	22
2.7	Spektroskopi Atom	25



BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	28
3.1	Kaedah Pemilihan, Pengambilan, Penyediaan, dan Lokasi Pengambilan Sampel	28
3.2	Penyediaan Alat Radas Dan Bahan Kimia	29
3.3.1	Bahan Kimia	30
3.3.2	Alat Radas	31
3.3.3	Penyediaan Alat Radas	32
3.3.4	Penyediaan Larutan Piawai	32
3.3	Proses Penghadaman Sampel	33
3.5	Proses Analisis	34
3.5.1	Penyediaan Lengkung Kalibrasi	34
3.5.2	Analisis Sampel	36
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	38
4.1	Nilai Kepekatan Logam Al, Ni, Mn, Co, Cd, dan Cr Di Dalam Setiap Sampel	38
4.2	Faktor Yang Mempengaruhi Ketepatan Bacaan Keputusan Data Analisis	45
BAB 5	KESIMPULAN	47
	RUJUKAN	49



LAMPIRAN A	52
LAMPIRAN B	53
LAMPIRAN C	54
LAMPIRAN D	56



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Logam berat berdasarkan jenis industri	16
2.2	Jenis penyakit yang disebabkan oleh ketoksikan logam berat	24
3.1	Bahan kimia	31
4.1	Kepekatan bagi logam Al, Ni, Mn, Co, Cd dan Cr dalam Sampel A dan Sampel B	38
4.2	Kepekatan bagi logam Al, Ni, Mn, Co, Cd dan Cr dalam Sampel A dan Sampel B setelah dikira menggunakan rumus 3.2	39



SENARAI RAJAH DAN DIAGRAM

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Struktur rambut	21
4.1 Kepekatan logam berat dalam 10 g sampel rambut orang awam	40
4.2 Kepekatan logam berat dalam 10 g sampel rambut Pekerja Bengkel	40
4.3 Perbandingan nilai kepekatan logam berat Al, Ni, Mn, Co, Cd, dan Cr pada sampel A dan sampel B	41

No. Diagram	Muka Surat
3.1 Proses campuran sampel-sampel rambut	29



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

ϵ	kadar serapan molar;
A	Serapan
AAS	Spektrofotometer Serapan Atom;
AFS	Spektrometer Pendarflour Atom
b	Jarak laluan cahaya
C	Kepekatan Larutan
EDTA	'Ethylene Diamine Tetraacetic Acid';
g	gram;
Ge	Germanium ;
Hg	merkuri;
kg	kilogram;
L atau l	liter;
m	meter;
Mg	megnesium;
mg	milligram (10^{-3} gram);
μg	mikrogram (10^{-6} gram);
$\mu\text{g/g}$ atau μgg^{-1}	mikrogram per gram ;
P	fosforus;
Pb	plumbum;
ppm	'parts per million';
psi	'pound per square inch';
Se	selenium;
UMS	Universiti Malaysia Sabah;
V	vanadium;
WHO	'World Health Organization';



SENARAI RUMUS DAN FORMULA

No. Rumus dan Formula	Muka Surat
3.1 Pencairan larutan stok	33
3.2 Pengiraan kepekatan logam dalam $\mu\text{g g}^{-1}$	35
3.3 Formula Hukum Beer-Lambert	36



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Muka Surat
A Struktur rambut	52
B Bacaan awal kepekatan logam berat yang diperolehi daipada alat AAS	53
C Graf Lengkung Kalibrasi	54
D Graf perbandingan antara kepekatan logam yang terdapat pada sampel A dan sampel B	56



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kajian ini dijalankan untuk menentukan logam Aluminium, Nikel, Mangan, Kobalt, Kadmium dan Kromium yang terkandung di dalam sampel rambut para pekerja bengkel. Penentuan logam Aluminium, Nikel, Mangan, Kobalt, Kadmium dan Kromium dalam rambut para pekerja bengkel adalah perlu untuk membolehkan mereka mengetahui tahap kesihatan diri mereka berhubungan dengan persekitaran tempat kerja mereka yang selalu terdedah kepada pencemaran logam berat. Oleh itu, penentuan logam berat di dalam rambut para pekerja bengkel haruslah dilakukan.

Rambut telah dipilih kerana mempunyai sifat-sifat yang dapat memerangkap kandungan logam berat dan bahan toksik di dalam strukturnya. Kesemua bahan kimia ini dapat direkodkan dalam struktur rambut (Katz dan Chatt, 1988). Dengan menjalankan analisis rambut, kita akan dapat mengenal pasti logam berat tertentu di dalam badan.



Kita telah membuat andaian secara kasar bahawa para pekerja bengkel merupakan individu yang mudah dan selalu terdedah kepada bahan kimia toksik dan logam berat. Ini tidak bererti para pekerja industri lain kurang terdedah kepada logam toksik ini. Sampel rambut pekerja bengkel dipilih kerana kajian ini hanya memerlukan sampel rambut pekerja bengkel secara khususnya. Kebanyakan sumber awal logam berat yang terkandung dalam rambut pekerja bengkel kenderaan ini dipercayai dapat diperolehi daripada persekitaran sekeliling mereka, contohnya seperti minyak petrol, bateri kenderaan, cat, minyak hitam, minyak gris, minyak pelincir, dan lain-lain lagi.



1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini dijalankan adalah seperti berikut:

- i. Membandingkan kepekatan logam berat pada sampel rambut pekerja bengkel kenderaan dan sampel rambut orang awam, dengan kaedah analisis rambut menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)

1.3 Skop Kajian

Dalam kajian ini, tumpuan yang sepenuhnya dalam proses pengumpulan sampel adalah pada mereka yang bekerja di dalam bengkel kenderaan. Lokasi persampelan adalah di sekitar kawasan Penampang, Inanam, Bukit Padang dan putatan. Di samping itu, sampel rambut orang awam juga diambil secara rawak daripada mahasiawa dan mahasiswi UMS dan beberapa orang sukarelawan untuk dijadikan sebagai bahan rujukan.

Dalam kajian ini juga, hanya logam berat seperti Aluminium, Nikel, Mangan, Kobalt, Kadmium dan Kromium yang akan diuji menggunakan AAS.



BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Logam Berat

Istilah logam berat sudah tidak asing bagi para ahli kimia dan juga para pejar yang mengambil jurusan kimia. Dari nombor atom sehingga kesan fisiologinya telahpun dibincangkan secara terperinci dalam buku-buku rujukan kimia terutama kimia inorganik dan kimia analisis. Walau bagaimanapun menurut Vouk (1986), pendedahan ini tidak sama dengan pemahaman orang awam. Seseengah daripada mereka masih beranggapan istilah logam berat terlalu asing bagi mereka dan didefinisikan secara sederhana sahaja. Mereka mendefinisikan logam berat dalam prinsip logam yang ditimbang seperti besi (Fe), plumbum (Pb), aluminium (Al) dan tembaga (Cu). Terlepas dari definisi di atas, biasanya dalam kimia, istilah 'Logam Berat' digunakan untuk menerangkan tentang logam-logam yang memiliki sifat toksik pada makhluk hidup sama ada flora mahupun fauna.



2.1.1 Sifat Fizikal Logam Berat

Terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah dikenal pasti sebagai jenis logam berat (Vouk, 1986). Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibahagikan dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat berguna, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat penting dalam organisma hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan kesan racun. Contoh logam berat berguna ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak berguna atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum dapat diketahui manfaatnya atau bahkan dapat menimbulkan sifat beracun, seperti logam Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

2.1.2 Sifat Kimia Logam Berat

Logam berat kebanyakannya (bukan kesemuanya) merupakan unsur logam peralihan yang terdapat dalam jadual berkala. Logam berat ini dapat menimbulkan kesan toksik terhadap kesihatan manusia, bergantung pada bahagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh manusia. Daya racun yang dimiliki oleh logam ini akan bekerja sebagai penghalang fungsi enzim dalam badan. Fenomena ini boleh menyebabkan sesetengah proses metabolisme tubuh terganggu. Lebih daripada itu, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab kepada alahan mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pemakanan dan pernafasan (Vouk, 1986).



Menurut Nordberg *et al.* (1986) pula, logam berat yang sudah terserap ke dalam tubuh tidak dapat diuraikan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga disingkirkan melalui proses-proses tertentu dalam badan. Logam berat ini berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan/perlombongan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan perhutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga.

2.2 Logam Berat Dan Ketoksikannya

2.2.1 Aluminium (Al)

Aluminium merupakan logam berat yang selalunya boleh diperolehi daripada sumber-sumber seperti kepingan aluminium pembalut makanan, habuk, air yang telah dirawat, serbuk perasa vanilla, sesetengah jenis rokok, keju dan sebagainya. Logam ini adalah sangat berbahaya jika diterima melebihi nilai had yang telah ditetapkan. Antara jenis penyakit yang disebabkan oleh logam ini adalah, sakit kepala, kulit kering, sakit otot dan perut, penyakit hati, anemia, *Alzheimer's disease* dan kerosakan sistem saraf (Barchan *et al.*, 1998).



2.2.2 Arsenik (As)

Pada permukaan bumi, arsenik berada pada urutan ke-20 sebagai unsur yang berbahaya, ke-14 di lautan, dan unsur ke-12 berbahaya bagi manusia. Unsur ini aktif dalam bentuk oksida dan kadar racunnya sama seperti yang dimiliki oleh beberapa isomer lainnya yang bergantung pada bentuk struktur kimianya.

Unsur *methylated arsenic* memiliki kadar racun yang sangat rendah dibanding dengan unsur arsenik yang lain. Arsenik dapat berikatan kuat dengan gugus *thiol* dan protein, menyebabkan penurunan kemampuan koordinasi penggerak, gangguan pada urat saraf, pernafasan, serta ginjal. Namun demikian, arsenik tidak mengganggu sistem enzim. Proses alam seperti perubahan cuaca yang mengakibatkan kakisan batu-batuan dan letusan gunung berapi merupakan penyumbang yang terbesar. Disamping itu sumber-sumber yang lain adalah meliputi pertambangan minyak, emas, batu bara dan peleburan logam. Bagi kebanyakan negara-negara di Asia, angka had yang dibenarkan ialah 0.05 ppm, selain Jepun yang membenarkan penggunaan sehingga 1 ppm (Barchan *et al.*, 1998).

2.2.3 Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang amat berbahaya kerana unsur ini dapat membekukan sel darah. Kadmium berpengaruh terhadap metabolisme manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan



ginjal. Secara umumnya, pada kepekatan yang rendah unsur ini dapat mendatangkan kesan terhadap gangguan pada paru-paru, *emphysema* dan *renal tubular disease* yang kronik. Jumlah normal kadmium di tanah berada di bawah 1 ppm, tetapi angka tertinggi (1700 ppm) dijumpai pada permukaan sampel tanah yang diambil di dekat pertambangan biji besi (Zn) (Fairbridge dan Finkl, 1998).

Kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lain seperti plumbum (Pb). Logam berat ini bergabung bersama plumbum dan merkuri sebagai '*the big three heavy metal*', atau dalam bahasa melayunya 'tiga logam berat yang utama' (Barchan *et al.*, 1998). Ketiga-tiga logam berat ini memiliki tingkat bahaya yang tertinggi pada kesihatan manusia. Menurut badan dunia FAO / WHO, penggunaan per minggu yang digunakan oleh manusia untuk logam ini adalah pada kadar 400-500 μg per orang atau 7 μg per kg berat badan (Barchan *et al.*, 1998).

2.2.4 Kromium (Cr)

Kromium merupakan logam yang merbahaya di permukaan bumi dan dijumpai dalam bentuk oksida antara Cr(II) sehingga Cr(VI). Walaupun begitu, hanya kromium yang mempunyai tiga dan enam elektron valens sahaja yang memiliki kesamaan sifat kimianya. Kromium yang mempunyai tiga elektron valens pada umumnya merupakan bentuk yang biasa dijumpai di alam. Kromium jenis ini memiliki sifat racun yang rendah dibanding dengan kromium enam elektron valens. Pada bahan makanan dan tumbuhan, kandungan kromium relatif adalah rendah, dan pengiraan nilai normal yang ditetapkan



RUJUKAN

- Afridi, H.I., Kazi, T.G., Kazi, G.H., Jamali M. K., Sahito, S.B., dan Shar G.Q., 2005. *A Study of Iron Content in Scalp Hair and Its Correlation with Various Physiological Parameters*. American Biotechnology Laboratory. 27 – 28.
- Barchan, V.H., Kovnatsky, E.F., dan Smetannikova, M.S., 1998. *Water, Air, and Soil Pollution* **103**, 173-195
- Bencko, V., 1995. *Use of Human Hair as a Biomarker in the Assessment of Exposure to Pollutants in Occupational and Environmental Settings*. *Toxicology* **101**, 29-39.
- Contiero, E., dan Folin, M., 1994. *Use of Hair as a Diagnostic Tool*. *Biology Trace Element* **40**, 151-160.
- 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., dan Carballeira, A., 2000. *Differences in the responses of native and transplanted mosses to atmospheric pollution*. *Environmental Pollution* **110**, 73-78.
- Hambidge, K.M., 1983. *Worthless for vitamins, limited for minerals*. *American Journal of Clinical Nutrition* **36**, 943-949.
- Harvey, D., 2000. *Modern Analytical Chemistry*. Higher Education. 385 – 386.
- Harkey M.R., 1993. *Anatomy and physiology of hair*. *Forensic Sci Int* **63**, 9-18.



- Vdović, S., Sarkisyan, D., dan Pichler, G., 2006. *Absorption spectrum of rubidium and cesium dimers by compact computer operated spectrometer*. Optics Communications. 121 – 123.
- Vouk, V., 1986. *General Chemistry of Metals*. Handbook on the Toxicology of Metals. Elsevier New York.
- Weng, L.K., 2006. *Kajian Akumulasi Logam Berat Pada Barbula consanguinea Dan Barbula indica (Musci) di Kota Kinabalu*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan).