

**DISTRIBUSI LOGAM - LOGAM ESENSIAL (Cr, Mn, Sn
DAN Cu) DALAM FRAKSI POLAR DAN NON POLAR
EKSTRAK KULIT BATANG PALIASA
(*Kleinhovia hospita* Linn)**

**DISTRIBUTION OF ESSENTIAL METALS (Cr, Mn, Sn AND Cu) IN
POLAR AND NON POLAR FRACTIONS OF PALIASA STEM SKIN
EKSTRAK (*Kleinhovia hospita* Linn)**

KASMAN KASDIRA



**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2007

DISTRIBUSI LOGAM - LOGAM ESENSIAL (Cr, Mn, Sn

**DAN Cu) DALAM FRAKSI POLAR DAN NON POLAR
EKSTRAK KULIT BATANG PALIASA
(*Kleinhovia hospita* Linn)**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Kimia

Disusun dan diajukan oleh

KASMAN KASDIRA

Kepada

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007
TESIS**

**DISTRIBUSI LOGAM - LOGAM ESENSIAL (Cr, Mn, Sn
DAN Cu) DALAM FRAKSI POLAR DAN NON POLAR
EKSTRAK KULIT BATANG PALIASA
(*Kleinhovia hospita* Linn)**

Disusun dan diajukan oleh :

KASMAN KASDIRA
Nomor Pokok P110024008

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal Januari 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat,

Prof. Dr. H. Alfian Noor, M.Sc.
Ketua

Drs. H. Syarifuddin Liong, M.S.
Anggota

Ketua Program Studi
Kimia

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Dr. Paulina Taba, M.Phil.

Prof. Dr.dr.Abdul Razak Thaha, M.Sc.

ABSTRAK

KASMAN. *Distribusi logam-logam esensial Cr, Mn, Sn dan Cu dalam fraksi polar dan non polar ekstrak kulit batang paliasa (Kleinhovia hospita Linn.)* (Dibimbing oleh Alfian Noor dan Syarifuddin Liong).

Penelitian distribusi logam-logam esensial Cr, Mn, Sn dan Cu telah dilakukan dengan proses maserasi metanol, dilanjutkan ekstraksi cair-cair dengan n-heksana dan etil asetat. Kandungan logam esensial ekstrak metanol untuk Cr, Mn dan Cu masing-masing adalah 9,52; 3,468; dan 3,506 mg/kg, sedangkan logam Sn tidak terdeteksi. Kandungan logam esensial ekstrak n-heksana untuk Cr, Mn dan Sn masing-masing adalah : 4,17; 2,532; dan 2,351 mg/kg, sedangkan untuk Cu tidak terdeteksi. Kandungan logam esensial ekstrak etil asetat untuk Cr, Mn, Sn dan Cu masing-masing adalah : 2,87; 0,277; 3,864 dan 0,396 mg/kg.

Distribusi logam-logam esensial yang terbesar terdapat pada ekstrak metanol, kemudian pada ekstrak etil asetat dan pada ekstrak n-heksana dan yang terakhir pada residu etil asetat. Hal ini disebabkan karena metanol dengan tingkat polaritas yang cukup tinggi mampu mengekstraksi baik senyawa polar maupun non polar.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nyalah sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini sebagai tugas akhir pada Program Studi Kimia Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Dengan tidak mengurangi rasa hormat kepada para pembimbing, saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada istri saya Samsiah dan anak-anakku Imran, Bilah dan Dilah atas segala dorongan, penantian dan pengertiannya. Kedua orangtua dan mertua atas keikhlasan dan kasih sayangnya telah mendidik penulis, juga atas doa restunya selama ini.

Penghargaan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. H. Alfian Noor, M.Sc. (selaku Ketua Komisi Penasihat dan Dekan FMIPA UNHAS) serta Bapak Drs. H. Syarifuddin Liong, M.S. (selaku anggota Komisi Penasihat) yang selama ini memberikan arahan, motivasi dan meluangkan waktu disela-sela aktivitasnya yang sangat padat untuk membimbing penulis.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin
2. Direktur PPS UNHAS dan seluruh stafnya
3. Ketua Program Studi Kimia Pascasarjana UNHAS

4. Seluruh staf pengajar PPS UNHAS khususnya Program Studi Kimia
5. Kepala Sekolah Menengah Analis Kimia (SMAK) Makassar
6. Ibu Dr. Paulina Taba, M.Phil atas segala bantuannya selama penulis melaksanakan studi dan penelitian
7. Teman-teman di SMAK khususnya Basri, Anto, Sukma dan Yaser yang senantiasa memberikan bantuan dan solidaritasnya
8. Sahabat-sahabat seangkatan 2003 dan seperjuangan yang senantiasa bekerjasama dengan penuh kekeluargaan : Maria Ulfa, Tamrin, Djoni, Endang, Rosalin, Suryani, Arifuddin, Arifin dan Ratna
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis yang tak dapat disebutkan satu persatu

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-Nya kepada semua orang yang telah berjasa dalam penyelesaian Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini sangat sederhana dan masih jauh dari kesempurnaan, namun penulis berharap semoga dari yang sederhana ini dapat memberikan manfaat di masa yang akan datang.

Makassar, Desember 2006

Kasman Kasdira

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Uraian Umum Tumbuhan	5
1. Klasifikasi Tumbuhan	5
2. Morfologi Tumbuhan dan Tempat Tumbuh	6
3. Kandungan Kimia Serta Khasiatnya	7
B. Logam	9
1. Uraian Umum Logam	9
2. Logam Esensial Dalam Tumbuhan	10
1) Logam Kromium (Cr)	14
2) Logam Mangan (Mn)	16
3) Logam Timah (Sn)	18
4) Logam Tembaga (Cu)	19
B. Ekstraksi Bahan Alam	21
Ekstraksi Secara Maserasi	21
C. Spektrofotometri Serapan Atom	22

BAB III. METODE PENELITIAN	27
A. Alat	27
B. Bahan	27
C. Objek Penelitian	27
D. Tempat dan Waktu Penelitian	28
E. Metode Kerja	28
1. Pengumpulan Bahan Tumbuhan	28
2. Preparasi Sampel	28
3. Proses Maserasi	29
4. Evaporasi	29
5. Ekstraksi Cair-Cair	29
6. Proses Destruksi	30
7. Pembuatan Larutan Baku	30
8. Analisis dengan Spektrofotometri Serapan Atom..	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Kadar Air Kulit Batang Paliasa	33
B. Hasil Ekstraksi Maserasi	33
C. Kandungan Logam	34
1) Logam Kromium (Cr)	34
2) Logam Mangan (Mn)	36
3) Logam Timah (Sn)	37
4) Logam Tembaga (Cu)	38
BAB V. PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Nomor	halaman
Tabel 1. Berat Ekstrak Kulit Batang Paliasa Hasil Maserasi dan Ekstraksi	33
Tabel 2. Konsentrasi Logam Kromium pada Kulit Batang Paliasa	34
Tabel 3. Konsentrasi Logam Mangan pada Kulit Batang Paliasa	36
Tabel 4. Konsentrasi Logam Timah pada Kulit Batang Paliasa	37
Tabel 5. Konsentrasi Logam Tembaga pada Kulit Batang Paliasa.....	39

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
Gambar 1. Kemungkinan Struktur Faktor Toleransi Glukose ber-Cr ..	15
Gambar 2. Bentuk Dimer Tembaga	20
Gambar 3. Cahaya Monokromatik Melalui Media	22
Gambar 4. Histogram Konsentrasi Logam Cr Vs Fraksi Pelarut	34
Gambar 5. Histogram Konsentrasi Logam Mn Vs Fraksi Pelarut	36
Gambar 6. Histogram Konsentrasi Logam Sn Vs Fraksi Pelarut	38
Gambar 7. Histogram Konsentrasi Logam Cu Vs Fraksi Pelarut	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		halaman
Lampiran 1.	Peta dari <i>Kleinhovia hospita</i> Linn	46
Lampiran 2.	Skema Proses Maserasi dan Ekstraksi	47
Lampiran 3.	Skema Proses Destruksi Sampel Hasil F raksinasi	48
Lampiran 4 .	Kurva Baku Logam Kromium (Cr)	49
Lampiran 5.	Kurva Baku Logam Mangan (Mn)	50
Lampiran 6.	Kurva Baku Logam Timah (Sn)	51
Lampiran 7.	Kurva Baku Logam Tembaga (Cu)	52
Lampiran 8.	Parameter Instrumen SSA dan Konversi Satuan	53
Lampiran 9.	Hasil Identifikasi / Determinasi Tumbuhan	54

DAFTAR SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Absorbans
AAS	Atomic Absorption Spectrometry
L	liter
mg/kg	milligram/kilogram
µg/kg	mikrogram/kilogram
mg/L	milligram/liter
mL	mililiter
nm	nano meter
pH	power of hydrogen
ppm	part per million
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom
Ttd	tidak terdeteksi
Vs	versus

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Negara Indonesia menjadi salah satu pusat penyebaran berbagai tumbuhan tropis di dunia. Di terdapat lebih 250.000 spesies tumbuhan tropis yang diperkirakan 30.000 spesies yang merupakan tumbuhan tingkat tinggi terdapat diseluruh kepulauan yang ada di Indonesia. Dari sekian banyak spesies tumbuhan tingkat tinggi yang ada diperkirakan masih terdapat sekitar 99,6 % yang belum diselidiki kandungan kimianya, padahal lebih dari 25 % obat-obatan yang digunakan saat ini mengandung bahan bioaktif yang bersumber dari tumbuhan tingkat tinggi (Tukiran dkk, 1999).

Akhir-akhir ini penelitian-penelitian kimia sudah banyak diarahkan pada tumbuhan tropis, terutama tumbuhan tingkat tinggi untuk memperoleh senyawa-senyawa kimia baru yang dapat digunakan sebagai rujukan dalam pengembangan senyawa-senyawa kimia yang berguna dalam industri farmasi (Hakim dkk, 2001).

Tumbuhan paliasa termasuk dalam jenis tumbuhan yang hidup di daerah yang beriklim tropis dan tersebar secara luas di kepulauan Indonesia (Suryawati, 1991). Tumbuhan paliasa (*Kleinhovia hospita* Linn) adalah salah satu tumbuhan yang diyakini dapat menghasilkan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang memiliki bioaktivitas menarik karena

secara alamiah sudah dimanfaatkan sebagai obat tradisional secara luas oleh masyarakat di Sulawesi Selatan. Masyarakat mengkonsumsi air rebusan daun paliasa tersebut sebagai obat penyakit kuning, kolesterol, dan hipertensi (Haeruddin, 1989 dalam Takbir, 2004). Daun paliasa diduga juga dapat mengobati penyakit lever, mengharumkan rambut bahkan ada yang menggunakan daun paliasa untuk mencuci mata (Heyne, 1987 dalam Noor, 2004).

Mineral-mineral esensial dalam tumbuhan kebanyakan berada dalam sel jaringan tubuh yang diserap dari tanah lewat dinding sel akar. Hampir semua mineral esensial tersebut berfungsi sebagai katalisator dalam sel. Beberapa mineral berkaitan dengan protein dalam sistem enzim, sedangkan lainnya sebagai ikatan pembentuk komponen siklik antara molekul organik dan ion logam, misalnya klorofil, sitokrom, haemoglobin, dan vitamin B₁₂ (Darmono, 1995). Tumbuhan dalam proses pertumbuhannya sangat membutuhkan unsur logam walaupun dalam jumlah yang relatif kecil. Beberapa unsur logam seperti Cr, Mn, Sn, dan Cu merupakan unsur-unsur mikro esensial yang secara fisiologis dibutuhkan oleh tumbuhan untuk mengkatalisis reaksi-reaksi kimia yang memungkinkan diperolehnya metabolit yang baru.

Sejauh ini belum ditemukan literatur yang mengemukakan tentang distribusi logam-logam esensial dalam tumbuhan paliasa, dan memperkirakan kofaktor macam apa yang berperan dalam proses metabolisme. Karenanya dalam penelitian ini ingin diketahui tentang

distribusi logam-logam esensial Cr, Mn, Sn, dan Cu dalam kulit batang berdasarkan fraksi polar dan non polar

Upaya pengembangan potensi tumbuhan Paliasa secara optimal dapat dilakukan bila didukung dengan informasi yang akurat, berbasis ilmiah dan dapat dipertanggung jawabkan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai distribusi logam-logam esensial pada tumbuhan Paliasa perlu dilakukan, tidak hanya terbatas pada daun saja tetapi juga pada bagian lainnya seperti pada kulit batangnya.

B. Permasalahan

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana metode analisis logam dapat dikembangkan untuk fraksi distribusi logam-logam esensial tersebut berdasarkan fraksi polar dan non polar tumbuhan paliasa, serta kandungan logam esensial dalam tumbuhan tersebut.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penentuan konsentrasi dan distribusi logam-logam esensial Cr, Mn, Sn, dan Cu dalam kulit batang tumbuhan paliasa berdasarkan fraksi metanol, n-heksana, dan etil asetat serta kandungan logam esensial Cr, Mn, Sn, dan Cu dalam kulit batang tumbuhan paliasa.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi tentang logam-logam esensial tertentu yang terdapat pada tumbuhan paliasa khususnya pada kulit batangnya.
2. Sebagai rujukan meneliti lebih jauh bentuk assosiasi dan peranan spesifik logam-logam esensial tersebut.
3. Memberi pengalaman penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum Tumbuhan

1. Klasifikasi Tumbuhan

Kingdom	: Plantae
Devisio (Divisi)	: Spermatophyta
Subdevisio (Anak Divisi)	: Angiospermae
Classis (Kelas)	: Dicotyledoneae
Subclassis (Anak Kelas)	: Apatelae
Ordo (Bangsa)	: Sterculiaceae
Genus (Marga)	: <i>Kleinhovia</i>
Spesis (Jenis)	: <i>Kleinhovia hospita</i> Linn
(Steenis, 1975)	

Tumbuhan paliasa merupakan tumbuhan yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis, sehingga dapat ditemukan tersebar luas di beberapa pulau di Indonesia. Tumbuhan ini banyak dikenal, namun dengan nama yang berbeda-beda berdasarkan daerah tempat tumbuhnya. Nama-nama daerah tumbuhan paliasa (*Kleinhovia hospita* Linn) adalah sebagai berikut :

Ambon	: Kinar
Bali	: Kalimaha, Katimalu
Bugis	: Aju pali, Paliasa

Flores	: Kadangan (Larantuka)
Irian Jaya	: Noton
Flores Timur	: Kedanga
Jawa	: Timanga, Katimanggu, Katimaha
Lampung	: Manggar
Makassar	: Kayu Paliasa, Kauwasa
Sunda	: Tangkolo, Tangkele
Sumba	: Nundang
Timor	: Binak

(Heyne, 1987).

2. Morfologi Tumbuhan dan Tempat Tumbuh

Tumbuhan paliasa (*Kleinhovia hospita* Linn) adalah pohon yang tingginya antara 5 – 20 m. Daunnya bertangkai panjang, berbentuk jantung, dan pada pangkalnya bertulang daun menjari. Bunga dalam malai di ujung, lebar dan berambut halus. Daun pelindung oval. Tajuk kelopak 5 berbentuk lenset dengan panjang 6 – 10 mm, berwarna merah, berambut, dan berbentuk batang. Daun mahkota berbentuk pita lebar dengan pangkal seperti kantung, duduk, panjang 6 mm dan berwarna merah, sedangkan yang lainnya lebih pendek, oval melintang, dengan tepi melipat ke dalam yang melengket satu sama lain dan ujungnya berwarna kuning. Dasar bunga memanjang membentuk tiang yang tipis, pangkalnya dikelilingi oleh tonjolan dasar

bunga berbentuk cawan. Benang sari tersusun dalam 5 berkas tiga-tiga. Berkas ini berseling dengan tiap kali 1 stamidonium kecil berbentuk gigi. Kepala sari tertancap secara perisai. Bakal buah beruang, tangkai putik 1, buah kotak berbentuk pir, menggelembung seperti selaput, bersudut 5, panjang kurang lebih 2 cm, membuka menurut ruang (Steenis, 1975). Paliasa dapat tumbuh secara liar atau di tanam sebagai tumbuhan hias, pada ketinggian tidak lebih dari pada 500 m diatas permukaan laut, terutama di tepi air dan tempat lembab.

3. Kandungan Kimia serta Khasiatnya

Hasil penelitian yang dilakukan dalam mengisolasi senyawa organik yang ada dalam daun paliasa berdasarkan beberapa tingkat polaritas, telah menemukan sekurangnya 96 isolat tunggal dan secara instrumentasi menunjukkan adanya senyawa golongan terpenoid dan fenolik (Noor, A. 2004). Penelitian yang dilakukan oleh Taebe (2004) menyimpulkan adanya golongan senyawa flavonoid dan alkaloid pada ekstrak daun tumbuhan paliasa menggunakan etanol. Daun dan kulit pohon paliasa mengandung minyak atsiri, triterpenoid asam prusid (Haeruddin, 1989), senyawa sianogenetik yang berfungsi membasmi ektoparasit seperti kutu, juga asam lemak, dan cincin siklopropanil yang terdiri atas scopoletin, kempferol, dan quereetin (Latif, A. 1997). Namun pada bunga daun paliasa terdapat

flavonoid yang berkhasiat untuk menstimulasi otot jantung, memperkuat darah kapiler, dan bertindak sebagai anti oksidan untuk lemak (Dali, S. 1986).

Menurut Heyne (1987) dalam Noor, A. 2004, daun paliasa untuk pengharum rambut dan mengobati iritasi mata. Tumbuhan paliasa juga digunakan sebagai pencuci rambut dan mempunyai kemampuan melawan rasa gatal. Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak metanol dan ekstrak eter daun paliasa juga mampu meningkatkan regenerasi sel-sel hati mencit (Suryawati, 1991). Pemakaian daun paliasa sebagai obat tradisional tersebar di seluruh nusantara utamanya di Sulawesi Selatan, Maluku, Ternate, dan Papua. Bahkan penggunaannya sampai di Papua New Guinea (PNG) dan Kepulauan Solomon di Pasifik. Para pemakai daun paliasa sebagai obat umumnya berasal dari keluarga ekonomi lemah. Penggunaan tidak memberikan efek penyembuhan secara langsung, terutama pada pemakai daun paliasa yang tidak di kombinasi dengan daun lain (Wijayakusuma dkk., 1993).

Tumbuhan paliasa juga diduga mengandung senyawa kimia seperti saponin, kardenolin, dan bufadienol serta antarkinon sebagai obat penyakit liver atau radang hati (Raflizar, 2000).

B. Logam

1. Uraian Umum Logam

Logam adalah zat yang padat dan berat, logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam merupakan bahan pertama yang dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting dalam sejarah peradaban manusia. Secara alami siklus perputaran logam adalah, dari kerak bumi kemudian ke lapisan tanah, kemudian ke makhluk hidup (tanaman, hewan, dan manusia), ke dalam air, mengendap dan akhirnya kembali ke kerak bumi (Darmono, 1995). Menurut densitasnya, semua jenis logam yang memiliki densitas lebih besar dari 5 g / cm^3 digolongkan sebagai logam berat, sedangkan jenis logam dengan densitas lebih kecil dari 5 g / cm^3 digolongkan sebagai logam ringan (Warf, 1979).

Lebih dari separuh dari unsur-unsur dalam tabel periodik adalah logam-logam yang memiliki peranan ekonomi dan diproses secara industri dalam jumlah yang beragam dari berjuta-juta ton sampai beberapa ons pertahun. Penggunaan logam dalam teknologi modern akan terus meningkat dan akibatnya akan memperbesar konsentrasi di lingkungan kita (Noor. A, 1997).

Pengaruh logam berat pada tanaman menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, pengaruh ketersediaan unsur secara

biologis tergantung pada berbagai faktor seperti kondisi lingkungan, jenis unsur, spesies tanaman. Mekanisme daya tahan tumbuhan untuk memproteksi tumbuhan melawan efek racun, seperti menggabungkan logam berat, dengan protein dan mengeluarkan enzim detoksifikasi dan asam nukleat, mekanisme ini terintegrasi untuk melindungi tanaman dari efek logam berat (Cheng, 2003).

2. Logam Esensial Dalam Tumbuhan

Beragam unsur logam dapat ditemukan di dalam sel makhluk hidup, tetapi tidak semua unsur-unsur tersebut dibutuhkan tanaman untuk kelangsungan hidupnya. Suatu unsur esensial bagi tumbuhan jika tumbuhan tidak dapat melengkapi daur hidupnya (sampai menghasilkan biji yang dapat tumbuh) apabila unsur tersebut tidak tersedia, dan unsur tersebut merupakan penyusun suatu molekul atau bagian tumbuhan yang esensial bagi kelangsungan hidup tumbuhan tersebut (Frank & Ross, 1995).

Banyak unsur logam dan mineral ditemukan dalam sel makhluk hidup, dari 26 unsur yang telah dianggap esensial bagi kehidupan, sebelas diantaranya yaitu H, C, N, O, Na, Mg, S, Cl, K, Ca, dan P adalah unsur major artinya konsentrasi atau jumlah yang diperlukan cukup besar, sedangkan sisanya yaitu 15 terdiri B, F, Si, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Mo, Sn, dan I adalah unsur runtu yaitu unsur-unsur

yang jumlahnya kecil tapi amat penting dalam menjalankan proses fisiologis kehidupan makhluk (Noor. A, 1997).

Tumbuhan dengan kandungan unsur esensial kurang dari jumlah yang dibutuhkan menyebabkan tumbuhan akan terganggu metabolismenya, yang secara visual dapat dilihat dari penyimpangan-penyimpangan pada pertumbuhan. Penyimpangan tersebut dapat berupa pertumbuhan akar, batang, dan daun yang terhambat (kerdil), dan khlorosis atau nekrosis pada berbagai organ tumbuhan (Lakitan, 1993).

Pengetahuan tentang gejala kekurangan masing-masing unsur esensial dapat digunakan oleh petani dalam menentukan jenis pupuk yang harus digunakan dan merupakan peringatan bagi petani untuk segera melakukan pemupukan agar tanaman dapat tumbuh normal kembali (Moeljopawiro, 2000). Kadang logam esensial karena fungsinya, digolongkan dalam dua kelompok, yakni yang berperan dalam struktur suatu senyawa penting dan yang berperan mengaktifkan enzim. Tidak ada perbedaan yang tajam antara dua fungsi tersebut, karena beberapa unsur menjadi bagian dari struktur enzim esensial dan juga membantu mengkatalisis reaksi kimia (Frank & Ross, 1995).

Semua unsur yang larut, baik yang bebas maupun yang terikat dalam struktur senyawa esensial, mempunyai fungsi lain yaitu menentukan potensial osmotik yang diperlukan untuk menjaga bentuk,

kecepatan tumbuh, dan gerak yang bergantung pada tekanan (misalnya : pembukaan stomata, dan gerak tidur daun). Gejala kekurangan unsur-unsur esensial tergantung pada fungsi pada unsur dari unsur esensial tersebut dan kemudahan bagi unsur esensial untuk ditranslokasikan dari daun tua ke daun yang muda, bergantung dari kelarutan bentuk kimia dari unsur-unsur tersebut di dalam jaringan tumbuhan (Frank & Ross, 1995).

Mineral esensial, menurut fungsinya digolongkan dalam dua kelompok yaitu :

- a. berperan dalam struktur suatu senyawa penting,
- b. berperan mengaktifkan enzim (Frank & Ross, 1995).

Ada tiga kriteria utama untuk menentukan esensial atau tidaknya suatu unsur bagi tumbuhan :

- a. tumbuhan tak mampu menyempurnakan daur hidupnya tanpa unsur tersebut,
- b. unsur tersebut menjadi bagian dari molekul atau kandungan tumbuhan yang esensial bagi tumbuhan itu,
- c. unsur tersebut haruslah secara langsung berperan dalam tumbuhan, dan bukan menyebabkan suatu unsur lain menjadi lebih mudah tersedia, atau melawan efek unsur lain (Frank & Ross , 1995).

Mineral-mineral esensial dalam tumbuhan kebanyakan berada dalam sel jaringan tumbuhan yang diserap dari tanah lewat dinding

sel akar. Hampir semua mineral esensial tersebut berfungsi sebagai katalisator dalam sel. Beberapa mineral berikatan dengan protein dalam sistem enzim, sedangkan lainnya sebagai ikatan pembentuk komponen siklik antara molekul organik dan ion logam, misalnya klorofil, sitokrom, haemoglobin dan vitamin B₁₂ (Darmono, 1995).

Mineral esensial berperan dalam aktifitas fungsi organ yang sangat penting untuk kehidupan, yaitu untuk pertumbuhan atau daya reproduksi. Jika salah satu unsur mineral hilang, maka dapat menyebabkan gejala-gejala defisiensi dan jika unsur mineral tersebut diberikan dapat menormalkan pertumbuhan. Tetapi orang atau hewan tidak dapat normal kembali bila mineral yang kurang tersebut diganti dengan unsur lain (Darmono, 1995).

Unsur mikro / runtu yang termasuk esensial harus memenuhi beberapa kriteria yaitu :

- a. unsur tersebut harus selalu ada dalam jaringan yang sehat,
- b. mempunyai konsentrasi yang hampir sama di antara spesies,
- c. bila kekurangan unsur tersebut dapat menyebabkan gangguan fungsi fisiologik pada spesies tertentu,
- d. bila dilakukan penambahan pada unsur yang kurang tersebut dapat menjadikan normal kembali,
- e. bila kekurangan unsur tersebut secara terus menerus dalam waktu yang lama dapat berakibat fatal (Darmono, 1995).

Pada tumbuhan, logam-logam esensial sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan, terutama untuk proses fotosintesis. Logam-logam esensial ini berperan sebagai katalisator dalam pembentukan senyawa metabolit baru.

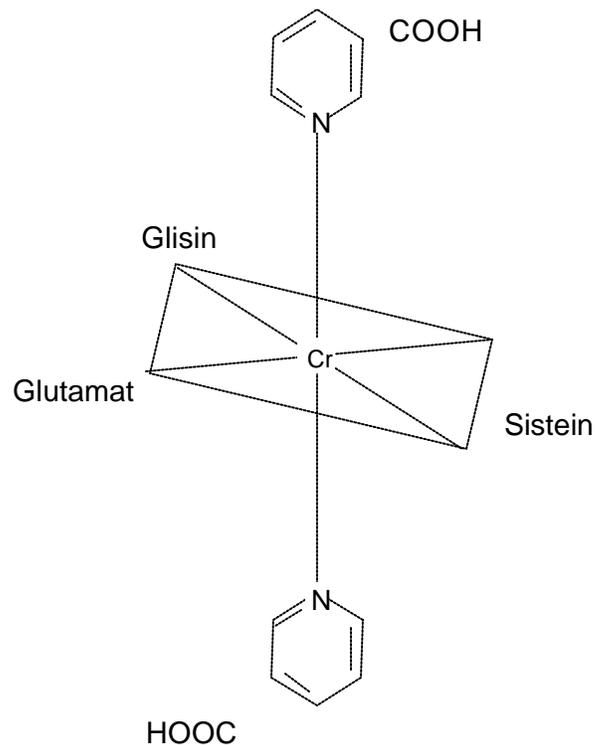
1. Logam Kromium (Cr)

Kromium terletak pada golongan VI B dan periode ke 4 pada sistem periodik. Logam kromium adalah logam kristalin yang putih, tidak liat, dan tidak dapat ditempa. Krom melebur pada suhu 1765 °C. Massa atom relatifnya yaitu 51,996 g/mol (Svehla, 1985).

Kromium stabil di dalam air dan memiliki bagian oksidasi +3 sampai +6. Kromium dengan bilangan oksidasi +6 merupakan spesies mutagenik dan bahkan karsinogenik. Kromium dengan bilangan oksidasi ini, apabila masuk ke tubuh akan secara irreversible diubah menjadi kromium dengan bilangan oksidasi +3. Kromium dengan bilangan oksidasi +3 adalah unsur esensial yang berperan dalam proses metabolik (Noor, 1991). Kromium bagi tumbuhan berperan dalam pembentukan klorofil dan pencegahan kerusakan molekul klorofil (Lakitan, 1993).

Kromium merupakan bagian untuk faktor toleransi glukosa yaitu suatu komponen hati yang larut dalam air, plasma

darah, dan beberapa ekstrak biologis dan sel. Analisis hati menunjukkan bahwa faktor tersebut merupakan kompleks Cr^{+3} dengan dua bagian asam dikotinic dan tiga asam amino, terutama glisin, glutamat dan sistein, dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Kemungkinan struktur faktor toleransi glukose krom.

Kromium dengan bilangan oksidasi +3 berperan sebagai faktor toleransi glukosa yang mengandung kromium dalam mengoptimalkan efek insulin. Dengan demikian tanaman-tanaman yang mengakumulasi kromium telah lama digunakan

dalam pengobatan alami untuk penyakit diabetes mellitus (Kaim, 1991).

Defisiensi kromium pada tumbuhan menyebabkan noda (bercak) nekrosis tersebar merata pada daun muda, tapi tulang daun terkecil tetap berwarna hijau. Apabila jumlahnya berlebihan di dalam jaringan tumbuhan dapat menyebabkan di dalam tumbuhan terkandung racun, akumulasi kromium pada jaringan tumbuhan biasanya disertai dengan akumulasi besi (Torresdey, J.H.G, et.al, 2004).

2. Logam Mangan (Mn)

Mangan adalah logam putih abu-abu, mempunyai titik lebur 1250 °C dan titik didihnya 1900 °C. Massa atom relatifnya 54,94 g/mol, terletak pada golongan VII B dan berada pada periode ke 4 pada sistem periodik (Svehla, 1985).

Mangan dalam tumbuhan diserap oleh akar dalam bentuk Mn^{+2} , atau dalam kompleks organik, dan juga berfungsi dalam fotosintesis. Mangan dalam tumbuhan tidak mudah dipindahkan antar jaringan, kekahatan muncul pada titik tumbuh, daun yang muda, kekahatan muncul kekurangan klorofil antara tulang daun yang muda, dimana daun kehilangan warna tidak merata. Mengantar masuk unsur mikro yang keberadaannya oleh tumbuhan dibutuhkan untuk pembentukan hijau daun (Frank & Ross, 1995).

Pentingnya unsur mangan dalam sistem kehidupan, dimana sifat unsur mangan adalah terlibat dalam pelepasan O_2 pada sistem fotosintesis dan enzim yang mengandung mangan, juga menghasilkan O_2 yang merupakan superoksida dismutase, sehingga mangan banyak yang diakibatkan oleh hubungan antara logam dengan beberapa enzim dan protein (Frausto da Silva, 1991).

Salah satu peran penting mangan dalam tubuh adalah pada kerangka tulang makhluk hidup. Mangan juga berkaitan dengan sejumlah besar enzim dalam beberapa proses metabolisme. Walaupun keterlibatannya luas dalam metabolisme, namun defisiensi mangan tidak luas pengaruhnya, hal ini mungkin karena banyak ion-ion magnesium yang dapat mensubstitusi mangan dalam banyak fungsi yang berkaitan dengan enzim.

Mangan sangat sedikit didapatkan dalam tubuh, tetapi pada tumbuhan kacang-kacangan dan biji-bijian kaya akan mangan terutama dalam lembaga, sayuran berdaun banyak juga merupakan sumber mangan yang baik dan merupakan bagian rantai transpor elektron fotosintesis. Daging, susu, ayam dan makanan dari laut tidak banyak mengandung mangan (Linder, 1992).

Mangan berfungsi sebagai bagian dari metalloenzim dismutase superoksida yang diduga berperan melindungi sel-sel dari kerusakan akibat adanya radikal bebas superoksida. Dua

metalloenzim lainnya yaitu piruvat karboksilase dan fosfoenol piruvat karboksilase adalah enzim-enzim yang diaktifkan oleh mangan dan berfungsi sebagai tahap awal dalam reaksi glukoneogenesis (Noor.A, 1997)

3. Logam Timah (Sn)

Timah adalah logam putih yang dapat ditempa, mempunyai titik lebur pada suhu 231,8 °C dan titik didihnya 2270 °C. Logam ini terletak pada golongan IVA pada periode ke 5 sistem periodik. Massa atom relatifnya 118,69 g/mol (Svehla, 1985). Sebagian besar senyawa timah digunakan sebagai fungisida, bakterisida, dan silnisida, konsentrasi timah yang tinggi terdapat dalam hati, darah dan otot rangka (Asriana, 1999).

Timah merupakan salah satu dari berbagai jenis logam berat yang berbahaya apabila melalui rantai makanan akan terjadi perpindahan dan peningkatan kandungan timah yang lebih tinggi pada manusia sebagai konsumen hasil tanaman (Soemirat, 2000).

Timah sebagai logam esensial berdasarkan pengaruhnya dalam meningkatkan pertumbuhan kalau ditambahkan dalam diet tikus. Dasar pengaruh timah tersebut (dan mungkin pengaruh lainnya) dalam metabolisme belum diketahui, walaupun telah dikemukakan bahwa timah adalah satu (dari hanya beberapa) mineral yang membentuk ikatan kovalen dan dapat membentuk

kompleks dengan ikatan (ligan). Akibatnya, secara langsung atau melalui pembentukan kompleks ke dalam berbagai molekul biologis termasuk protein (Linder, 1992).

4. Logam Tembaga (Cu)

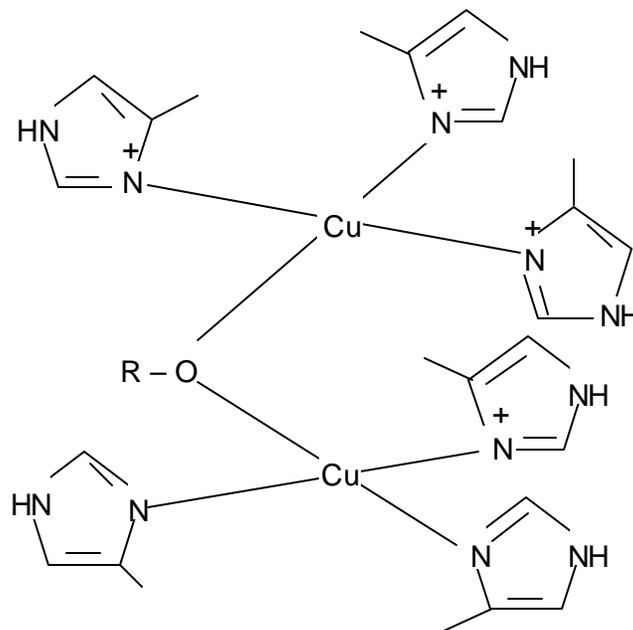
Tembaga dengan simbol Cu memiliki nomor atom 29, terletak pada golongan IB dan periode ke 4 pada system periodik. Tembaga melebur pada suhu 1083,4 °C, mendidih pada suhu 2582 °C, dan massa atom relatifnya 63,546 g/mol (Svehla, 1985). Tembaga bagi tumbuhan berperan dalam proses oksidasi dan reduksi. Salah satu contohnya pada enzim sitokrom oksidase yaitu enzim respirasi pada mitokondria dan plastosianin (Lakitan, 1993). Defisiensi tembaga pada daun menyebabkan daun muda menjadi berwarna hijau gelap dan menggulung, serta timbul bercak nekrosis yang dapat menyebabkan daun muda mati (Frank & Ross, 1995).

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa logam tembaga diambil secara langsung dari air dengan daun dan batang,serta kurangnya translokasi dari akar akan menguntungkan pada tanah-basah. Kekurangan translokasi akar ke tunas menunjukkan bahwa tidak ada penyebaran logam tersebut dari sediment ke air melalui *P.natans* (Matthews, et.al, 2004).

Sebagai logam esensial, tembaga sangat diperlukan dalam kelangsungan hidup organisme. Logam tersebut berperan dalam

proses metabolisme makhluk hidup sebagai metalloenzim. Enzim tembaga paling banyak adalah oksidase, yaitu enzim yang mengkatalisis reaksi oksidasi, salah satu contoh adalah berbagai tirosinase, yang mengkatalisis pembentukan pigmen (melanin) dalam sekelompok tanaman dan binatang (Cotton, 1989).

Untuk binatang tingkat rendah, seperti cacing, dan kepiting, molekul pembawa oksigen adalah protein yang mengandung tembaga hemosianin, yang memiliki gugus yang sangat besar, dan tampak terikat pada sebuah molekul oksigen, setiap dua atom Cu, dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Bentuk dimer tembaga

Efek toksik yang dimiliki oleh Cu baru memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994).

C. Ekstraksi Bahan Alam

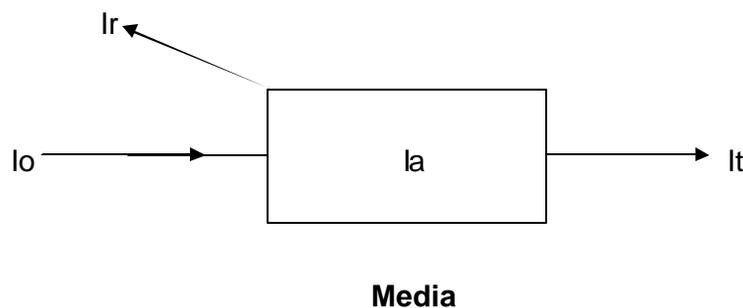
Ekstraksi Secara Maserasi

Ekstraksi adalah proses pelarutan komponen-komponen yang terdapat dalam suatu sampel dengan menggunakan pelarut yang sesuai dengan komponen yang diinginkan. Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik (mengisolasi) komponen kimia terdapat dalam bahan alam.

Maserasi merupakan cara ekstraksi yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam potongan simplisia dalam pelarut organik. Zat aktif yang terkandung dalam tanaman maupun hewan lebih larut dalam pelarut organik. Proses terekstraksinya zat aktif dalam tanaman adalah masuknya pelarut organik ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif setelah menembus dinding sel. Zat aktif di dalam sel dan pelarut organik di luar sel. Maka larutan yang lebih pekat akan terdifusi keluar sel, dan proses berulang terus sampai menjadi keseimbangan antara konsentrasi zat aktif di dalam sel dengan di luar sel (Horbonne, 1973).

D. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom adalah salah satu cara analisis yang pengukurannya didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berbeda-beda pada tingkat energi dasar. Dalam analisis kimia, banyak cara analisis dilakukan berdasarkan pengukuran besaran fisik yang timbul atau berubah akibat terjadi interaksi materi bentuk energi seperti energi panas, energi radiasi, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini selalu menghasilkan besaran yang mempunyai sifat karakteristik untuk setiap unsur. Pengukuran dari besaran dilakukan dengan instrumen yaitu dengan analisis serapan atom. Bila cahaya monokromatik melalui suatu media maka sebagian cahaya dipantulkan oleh media, sebagian lagi diserap dan sisanya dipancarkan terus (Khasani, 1992).



Gambar 3. Cahaya monokromatik melalui media

Keterangan gambar :

I_0 = Cahaya datang

I_a = Intensitas cahaya yang diserap

I_r = Intensitas cahaya yang dipantulkan

I_t = Intensitas cahaya yang diteruskan

Jika $I_o = I_a + I_r$

Biasanya I_r sangat kecil, sehingga dapat diabaikan, maka $I_o = I_t + I_a$.

Besar cahaya yang diserap oleh media akan tergantung kepada konsentrasi, jenis media dan panjang media yang dilalui oleh cahaya itu, oleh karena itu analisis secara spektrofotometri serapan atom dapat digunakan analisis kuantitatif dan kualitatif. Semua pengukuran cahaya dilakukan oleh suatu detektor yang bisa terdiri dari suatu foto sell yang dibaca dalam bentuk absorban atau transmitten. Hubungan antara absorban (A) dengan persen transmitten (%T) dapat dituliskan :

$$\text{Absorban} = A = \log \frac{I_o}{I_t}$$

$$\text{Transmittan} = T = \frac{I_o}{I_t}$$

Menurut Hukum Lambert-Beer :

$$I_t = I_o e^{-(abc)}$$

I_t = Intensitas cahaya yang diteruskan

I_o = Intensitas cahaya mula-mula

a = Koefisien absorpsi dari media

b = Panjang celah pengabsorpsi

c = Konsentrasi atom-atom yang mengabsorpsi

sehingga dapat dituliskan :

$A = a \cdot b \cdot c$. Hukum ini merupakan dasar pada analisis spektrofotometri serapan atom hukum Lambert-Beer yaitu $A = a \cdot b \cdot c$. Dimana dalam praktek a dan b merupakan harga yang tetap, sedang c (kepekatan) berubah, sehingga persamaan ini merupakan persamaan liner terhadap konsentrasi. Dalam perhitungan dilakukan penyisipan absorban standar yang diplotkan dengan bermacam-macam konsentrasi larutan standar (Kompang, 1987). Prinsip proses penyerapan atom adalah jumlah sinar yang mempunyai panjang gelombang resonansi diserap ketika sinar melewati suatu uap-uap logam yang netral dengan mengukur jumlah sinar yang diserap maka penentuan kuantitatif dari jumlah unsur di dalam suatu larutan cuplikan dapat diukur (Sumardi, 1996).

Sumber radiasi berfungsi untuk memancarkan cahaya yang akan digunakan untuk mengeksitasikan atom-atom dari unsur yang akan dianalisis. Sumber radiasi yang digunakan dalam spektrofotometer serapan atom adalah lampu katoda berongga. Lampu katoda berongga ini terdiri atas lampu cekung katoda yang dilapisi dengan logam yang akan dianalisis dan suatu anoda. Berkas sumber ini biasanya dipenggal agar dapat berdenyut pada suatu frekuensi tertentu. Modulasi berkas cahaya ini, yang digabung dengan penggunaan suatu pengganda arus bolak-balik yang disenadakan dengan frekuensi pemenggal (modulator), akan membebaskan pengukuran serapan atom itu dari gangguan cahaya yang

berasal dari sumber cahaya yang tidak diinginkan, seperti nyala (Apriantono, 1990).

Berkas cahaya dari lampu katoda berongga dengan panjang gelombang yang karakteristik akan diserap oleh atom-atom netral. Untuk memperoleh populasi atom dalam keadaan dasar, dapat digunakan nyala api. Hal ini dilakukan dengan memasukkan larutan sampel ke dalam nyala api sebagai kabut yang terdiri dari tetesan yang sangat halus. Ketika tetesan-tetesan tersebut melewati nyala, maka pelarutnya akan menguap dan dihasilkan bintik-bintik halus dari materi berupa partikel. Partikel ini akan berdisosiasi untuk menghasilkan atom-atom dalam keadaan dasar (Cantle. E. H., 1989).

Atom-atom dalam keadaan dasar dalam nyala akan menyerap energi cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda berongga dengan panjang gelombang tertentu, dan selanjutnya diteruskan ke monokromator. Dalam monokromator, radiasi cahaya akan dipisahkan antara garis resonansi yang berdekatan. Untuk selanjutnya radiasi atau cahaya yang diteruskan oleh monokromator, pada detektor akan diubah menjadi energi listrik. Energi listrik ini akan diperkuat oleh amplifier sehingga dapat menggerakkan pada alat pencatat (rekorder).

Cara untuk menentukan konsentrasi larutan cuplikan dilakukan dengan membandingkan nilai absorban (A) dari larutan baku telah diketahui konsentrasinya. Selanjutnya dari (A) larutan baku tersebut dibuat

kurva baku yaitu grafik hubungan antara absorban dengan konsentrasi larutan baku yang merupakan sebuah garis lurus. Nilai absorban cuplikan dialurkan pada kurva baku tersebut, sehingga larutan cuplikan dapat ditentukan (Hadisowoyo, 1996).