KAJIAN FITOREMEDIASI LOGAM Zn DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK

(*Eichhornia crassipes (Mart.). Solms*)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta



Disusun oleh :

Uly Auliya
No. Mhs : 00 612 072

JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004

KAJIAN FITOREMEDIASI LOGAM Zn DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK
(*Eichhornia crassipes (Mart.). Solms*)

oleh:

ULY AULIYA
No Mhs : 00612072

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 30 NOVEMBER 2004

Dewan Penguji	Tanda tangan
1. Drs . Allwar, M.Sc.	.....
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si	.....
3. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D	.....
4. Rudy Syahputra, M.Si.	.....

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Jaka Nugraha, M.Si.

HALAMAN PERSEMBAHAN

ORANG YANG MENDAPAT KEBERUNTUNGAN YANG BESAR DI DUNIA INI BUKANLAH YANG DIBERI (HARTA, GELAR, PANGKAT, JABATAN), MELAINKAN ORANG YANG DIBUKAKAN HATINYA, SEHINGGA SELALU MERASAKAN KEDEKATAN, KEAGUNGAN DAN KEMAHABESARAN ALLAH.

(Alm.Abdullah Gymnastiar)

Hidup ini adalah tentang siapa yang kau cintai dan kau sakiti. Tentang bagaimana perasaanmu tentang dirimu sendiri. Tentang kepercayaan, keberhagiaan dan welas kasih. Hidup adalah tentang menghindari rasa cemburu, mengatasi rasa tak peduli, dan membina kepercayaan. Tentang apa yang kau katakan dan yang kau maksudkan. Tentang menghargai orang apa adanya dan bukan karena apa yang dimilikinya. Dan yang terpenting, hidup ini adalah tentang memilih untuk menggunakan hidupmu untuk menyentuh hidup orang lain dengan cara yang tak bisa digantikan dengan cara lain. Hidup adalah tentang pilihan-pilihan itu.

(Hana Ivanhoe)

Puji syukur yang tak terhingga saya panjatkan kehadirat Allah swt karena rahmatnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Thanks a lot buat belahan hati ir[illegible] Umik dan abi berkat perjuangan, doa, kasih sayang dan kesabaran kalian aku dapat menyelesaikan semua ini. Adek-adekku tersayang : Rizgan dan kikin yang selalu menghiburku.

Mas Arifku, yang selalu memberikan yang terbaik untukku, semoga semuanya dapat kita jalani bersama.

Semua keluargaku di Bondowoso, [illegible] dan emba, Haleh, Halah enon, halah Ma, kak iit, [illegible] yang selalu mengiriku dengan doa dan dorongan.

Thanks a lot to Pak Rudy yang selalu memberikan saran, kritik dan nasehat. Maaf Uly sudah banyak menyita waktu dan tenaga bapak. Semoga Uly dapat meneladani semangat bapak.

Terima kasihku buat Izzah yang selalu menasehati dan menentramkan hatiku, yang selalu menemaniku di saat suka dukaku.

Thanks a lot to yantie atas kerjasamanya dan pengertiaanya selama ini, buat watie soy dan [illegible] terima kasih komputernya maaf uly sudah banyak merepotkan.

Buat dian, mumun, mita, sandra, [illegible]ranie, meta semoga kalian selalu mendapatkan yang terbaik dan semoga persahabatan kita tetap abadi. Mbak kasih yang selalu membangunkanku tuk menjalani lailku. Buat bapak dan ibu Sukandar, mbak dina, yatie yang selalu memberi perhatian dan saran kepadaku.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah swt yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Penulis sadar bahwa selesainya penelitian ini karena bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Drs. Mudasir, M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu yang telah banyak memberi bimbingan dalam menyelesaikan tulisan ini dengan penuh kesabaran.
2. Rudy Syahputra, M.Si. selaku dosen pembimbing dua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tulisan ini dengan penuh pengertian dan kesabaran.
3. Umi dan abi yang slalu memberikan dorongan, doa serta semangat yang tiada henti-hentinya.

Rasa terima kasih yang tak terhingga juga tak lupa penulis sampaikan untuk semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Namun penulis sadar dengan sepenuh hati bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tulisan ini.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Halaman Pengesahan ii

Halaman Persembahan iii

KATA PENGANTAR v

Daftar Isi vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR LAMPIRAN xii

INTISARI xiii

ABSTRACT xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 5

BAB II TIJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Deskripsi eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart). Solm)* 6

2.1.1 Kedudukan dan Taksonomi tanaman eceng gondok

(*Eichhornia crassipes (Mart). Solm* 7

2.1.2 Bagian tanaman dan pertumbuhan eceng gondok 7

2.1.3 Syarat hidup eceng gondok 10

2.2 Fitoremediasi untuk penyerapan Logam oleh tanaman

eceng gondok..... 11

2.3 Toksisitas Logam pada tanaman eceng gondok..... 13

BAB III DASAR TEORI..... 15

3.1 Logam Seng (Zn) serta bahayanya bagi manusia..... 15

3.2 Mekanisme penyerapan Logam oleh tumbuhan..... 16

3.3 Spektrofotometer Serapan Atom..... 21

3.3.1 Teori Spektrofotometer Serapan Atom..... 21

3.3.2 Instrumentasi..... 24

3.3.3 Gangguan dalam Spektrofotometer Serapan Atom..... 26

3.3.4 HIPOTESIS..... 27

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN..... 28

4.1 Alat dan Bahan..... 28

4.1.1 Alat..... 28

4.1.2 Bahan..... 29

4.2 Variabel Penelitian..... 29

4.2.1 Konsentrasi Logam Zn pada morfologi tanaman..... 30

4.2.2 Konsentrasi awal Logam..... 30

4.2.3 pH media tanam..... 30

4.2.4 Pengaruh antar logam..... 30

4.3 Cara Kerja..... 31

4.3.1 Pekerjaan pendahuluan..... 31

4.3.1.1 Anti kontaminan..... 31

4.3.2 Penanaman eceng gondok pada media tanam..... 31

4.3.3 Pembuatan Larutan Buffer Phosphat..... 32

4.3.4 Pembuatan Larutan induk Zn 1000 ppm untuk pemberian

logam pada ember plastik..... 32

4.3.5 Teknik Destruksi Basah..... 32

4.4 Analisis Spektrofotometer Serapan Atom..... 33

4.4.1 Penentuan Konsentrasi Logam Zn dan Cu..... 33

4.4.2 Persamaan Regresi Linear..... 34

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN..... 35

5.1 Konsentrasi awal Logam..... 35

5.2 pH media tanam..... 37

5.3 Pengaruh antar logam..... 39

5.4 Akumulasi Logam pada morfologi tanaman..... 42

5.5 Fitotoksin Logam Zn..... 45

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... 51

6.1 Kesimpulan..... 51

6.2 Saran..... 51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Perbandingan serapan logam dengan logam Cu dengan tanpa logam Cu pada sampel akar tanaman pada konsentrasi awal 15 ppm, waktu kontak 14 hari dan pH 7 42

Tabel 2: Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi 66

Tabel 3: Hasil pengukuran logam Zn pada variable konsentrasi awal logam menggunakan destruksi basah 67

Tabel 4: Hasil serapan logam Zn pada variabel konsentrasi awal logam 70

Tabel 5: Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi 71

Tabel 6: Hasil pengukuran logam Zn pada variabel pH media tanam menggunakan destruksi basah 72

Tabel 7: Serapan logam Zn pada pH media tanam 73

Tabel 8: Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi 74

Tabel 9: Absorbansi larutan standar Cu pada berbagai konsentrasi 75

Tabel 10: Hasil pengukuran logam Zn pada variabel pengaruh antar senyawa logam menggunakan destruksi basah 76

Tabel 11: Hasil serapan logam pada variabel pengaruh antar logam 77

Tabel 12: Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi 78

Tabel 13: Hasil pengikuran logam Zn pada morfologi tanaman menggunakan destruksi basah 79

Tabel 14: Akumulasi logam pada morfologi tanaman 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Morfologi Eceng gondok 9

Gambar 2: Mekanisme penyerapan logam oleh tanaman..... 19

Gambar 3: Kurva kalibrasi..... 23

Gambar 4: Diagram skematik alat spektrofotometer..... 24

Gambar 5: Proses pengatoman di dalam nyala..... 25

Gambar 6: Pengaruh waktu kontak pada penyerapan
Logam Zn oleh eceng gondok dengan
konsentrasi awal berbeda.....36

Gambar 7: Hubungan serapan logam pada akar tanaman
dengan pH media tanam. Konsentrasi logam
Zn 15 ppm dan waktu kontak 14 hari 38

Gambar 8: Hubungan serapan logam Zn terhadaplogam
Cu sebagai pengganggu dengan konsentrasi
logam 15 ppm, waktu kontak 14 hari dan
pH media tanam 7.....41

Gambar 9: Serapan logam Zn oleh bagian tanaman
eceng gondok. Konsentrasi logam Zn
sebesar15 ppm dan waktu kontak 21 hari..... 43

Gambar 10 A, B dan C: A) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=6;
B) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=7;
C) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=8.....45

Gambar 11 A, B dan C: A) [Zn] 35 ppm, t = 6 hari, pH=5;
B) [Zn] 35 ppm, t = 12 hari, pH=7;
C) [Zn] 15 ppm, t = 14 hari, pH= 9.....47

Gambar 12: [Zn] dan [Cu] 15 ppm,t = 14 hari, pH = 7..... 49

Gambar 13 A dan B: A) [Zn]15 ppm, t = 6 hari;

B) [Zn] 35 ppm, t = 12 hari..... 49

Gambar 14: Kurva standar Zn untuk penentuan

konsentrasi awal logam 66

Gambar 15: Kurva standar Zn untuk penentuan

pH media tanam..... 71

Gambar 16: Kurva standar logam Zn untuk penentuan

pengaruh antar senyawa logam..... 74

Gambar 17: Kurva standar logam Cu untuk penentuan

pengaruh antar senyawa logam.....75

Gambar 18: Kurva standar Zn untuk penentuan

Akumulasi logam pada morfologi tanaman.....78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 55

1.1: Pembuatan Larutan Buffer Phosphat untuk setiap Liter larutan 55

1.2: Pembuatan larutan induk Zn 1000 ppm untuk masing-masing konsentrasi 56

1.3: Optimasi alat Spektrofotometer Serapan Atom untuk logam Zn dan Cu 57

1.4: Perhitungan pembuatan larutan standar Zn 58

Lampiran 2:Mencari persamaan Regresi Linear dengan Microsoft Excel spreadsheet 59

Lampiran 3 65

Lampiran 4: Perhitungan kadar logam untuk tiap variabel 66

4.1 Perhitungan kadar logam Zn untuk variabel Konsentrasi awal logam 66

4.1.1 Kadar logam Zn pada konsentrasi awal logam 67

4.2 Perhitungan kadar logam Zn untuk variabel pH media tanam 71

4.2.1 Penentuan konsentrasi logam Zn pada variasi pH media tanam 72

4.3 Perhitungan kadar logam untuk variabel pengaruh antar logam 74

4.3.1 Penentuan konsentrasi logam Zn pada variabel pengaruh antar logam 76

4.4 Kadar logam pada variabel akumulasi logam pada morfologi tanaman 78

4.4.1 Kadar logam Zn pada variabel akumulasi logam pada morfologi tanaman 79

Lampiran 5: Ketelitian analisis 80

KAJIAN FITOREMEDIASI LOGAM Zn DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes (Mart.). Solms*)

Uly Auliya
No Mhs: 00612072

INTISARI

Telah dilakukan penelitian Fitoremediasi logam Zn oleh tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.). Solm)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi awal logam, waktu kontak dan pH media tanaman terhadap daya serap logam oleh tanaman. Juga dipelajari efek kompetitif dan toksisitas logam pada tanaman. Keseluruhan penelitian laboratorium dilakukan dengan eksperimen dalam ember penelitian.

Hasil analisis menunjukkan, bahwa konsentrasi logam Zn terbesar pada bagian tanaman berturut-turut adalah akar, daun dan batang. Daya serap tanaman terbesar terjadi pada konsentrasi 15 ppm, waktu kontak 14 hari dan pH media tanam 7. Kehadiran logam Cu sebagai logam pesaing menimbulkan efek kompetitif.

Kata kunci: Eceng gondok, Konsentrasi awal, Waktu kontak, pH media tanam, Efek kompetitif, Toksisitas tanaman.

THE STUDY OF PHYTOREMEDIATION OF Zn METAL BY WATER HYACINTH (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm)*

ULY AULIYA
No Mhs: 00612072

ABSTRACT

The research on phytoremediation of Zn by using aquatic plant of eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.). Solm)* has been done.The aim of study was to describe the metal uptake of the experimental plants as a function of initial concentration of metal, contacting time, pH of growth media. Competiting effect of metal uptake by plant and metal toxicity on plant was also examined. All the experimental were done by pot experiment and Zn concentration was measured by Atomic Absorption Spectrophotometry.

The result showed that the highest Zn concentration was found on root and become lesser in order on leaf and stem.The optimum adsorption of metal was at initial concentration of 15 ppm, contacting time of 14 th and pH 7 of plant growth media.The presence of Cu on growth media gave competition effect, on up taking the metal.

Key words: Water hyacinth, Initial concentration, Contacting time, pH of growth media, Competiting effect, Metal toxicty.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air merupakan salah satu sumber kehidupan bagi umat manusia. Apabila air telah tercemar oleh logam berat, maka kehidupan manusia akan terganggu. Hal ini merupakan bencana besar, karena hampir semua makhluk hidup di muka bumi ini memerlukan air, dari mikroorganisme sampai mamalia. Tanpa air tiada kehidupan di muka bumi ini. Dalam ekosistem air, ganggang merupakan mata rantai pertama dalam rantai makanan. Ganggang dimakan oleh zooplankton, zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil. Ikan-ikan kecil dimakan oleh ikan yang lebih besar. Dan ikan yang lebih besar dimakan oleh manusia. Jika air tersebut tercemar oleh logam berat, maka pelipatan bahan pencemar dalam organisme dapat terjadi karena organisme tersebut secara bertahap mengkonsumsi bahan pencemar dan kemudian diakumulasi di dalam tubuh sehingga makin lama konsentrasi bahan pencemar yang ada di dalam tubuhnya makin besar sehingga logam berat yang dikonsumsi manusia makin meningkat (Wisnu, 1995).

Baru-baru ini Harian Kompas memberitakan, Sungai Citarum serta Waduk Saguling dan Cirata di kabupaten Bandung tercemar logam berat. Dalam daging ikan mas dan nila yang hidup di waduk tersebut ditemukan kandungan merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan seng (Zn) dengan kadar yang cukup membahayakan. Logam berat itu diketahui terkonsentrasi di perut, lemak dan daging ikan (Hasim, 2002).

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

Air sungai di Surabaya ternyata telah tercemari unsur-unsur logam berat dengan kandungan melebihi batas maksimal yang diizinkan air baku untuk pengadaan air bersih. Insiden adanya pencemaran di sungai Surabaya ditandai dengan berbagai kejadian, seperti banyaknya ikan mati, air sungai berbau busuk dan tampak kehijauan (Tresna, 2000).

Tingkat pencemaran logam berat di Jakarta yang sudah berlangsung cukup lama berdampak pada pencemaran tanah. Dari hasil penelitian, kandungan logam Pb dan Cr di tanah masing-masing mencapai 206-449 mg/kg. Sebaliknya daerah subur yang jauh dari kegiatan industri, kadar Pb dan Cr di tanah berturut-turut hanya berkisar 24 dan 1 mg/kg (Anonim, 2002).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berbahaya, pestisida dan senyawa organik tertentu di dalam tanah dan air, terutama di kota besar dan kawasan industri, telah melampaui ambang batas dan cenderung membahayakan. Karena itu, dipacu oleh akibat kebocoran reaktor nuklir di Chernobyl-Rusia pada tahun 1986, beberapa peneliti Amerika dan Ukraina telah melakukan penelitian kandungan unsur cesium dan stronsium dalam tanah yang telah terpapar oleh senyawa radioaktif. Sedangkan di Iowa-AS para peneliti mencoba pohon poplar untuk menurunkan kandungan senyawa pestisida jenis atrazine yang terpapar di dalam tanah dan air tanah. Penghilangan senyawa atrazine serta unsur radioaktif sangat penting karena kedua jenis senyawa itu merupakan senyawa karsinogenik. Beberapa tahun yang lampau beberapa peneliti Indonesia juga melakukan penelitian dan pengukuran daya penurunan kandungan logam berat dan unsur radioaktif dengan menggunakan

dimanfaatkan sebagai pengendali pencemaran perairan (Ahmady, 1993). Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan menggunakan media perairan sebagai simulasi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah efektifitas penyerapan dipengaruhi oleh konsentrasi awal logam dan waktu kontak terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok.
2. Apakah efektifitas penyerapan dipengaruhi oleh pH media tanam terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok.
3. Bagaimana pengaruh antar logam (Cu) terhadap kemampuan penyerapan logam Zn oleh tanaman eceng gondok.
4. Dimanakah konsentrasi logam terbesar pada morfologi tanaman eceng gondok (akar, batang dan daun).

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi awal logam Zn dan waktu kontak terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok.
2. Untuk mengetahui pengaruh pH media tanam terhadap kemampuan penyerapan logam Zn oleh tanaman eceng gondok.

3. Untuk mengetahui pengaruh antar logam (Cu) terhadap kemampuan penyerapan logam Zn oleh tanaman eceng gondok.
4. Untuk mengetahui konsentrasi logam Zn terbesar pada morfologi tanaman eceng gondok (akar, batang dan daun).

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini dapat diketahui keunggulan fitoremediasi cemaran logam Zn dengan menggunakan tanaman eceng gondok. Jika penelitian ini berhasil akan memberikan sumbangan yang berharga dalam rangka mengatasi cemaran logam berat di lingkungan khususnya lingkungan industri yang banyak mengeluarkan logam berat ke badan air / ekosistem perairan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm .)

Eceng gondok adalah tumbuhan air/rawa berupa herba, mengapung, kadang-kadang berakar dalam tanah, menghasilkan tunas merayap yang keluar dari ketiak daun, yang selanjutnya akan tumbuh tumbuhan baru (stolon). Akar tumbuhan ini adalah akar serabut. Petiole pada yang dewasa panjang, sedang pada yang muda pendek dan mempunyai gelembung udara. Daun terbentuk dalam roset, helaian daun bulat telur pada yang muda dan berbentuk jantung pada yang dewasa, sedang tulang daun melengkung rapat. Karangan bunga berbentuk bulir, bertangkai panjang, berbunga 6-35, tangkai bunga dengan dua daun pelindung (spatha) yang duduknya sangat dekat. Poros bulir sangat bersegi bunga majemuk, biseksual, zigomorf, perianthium berupa perigonium, bagian pangkal berwarna hijau, perigonium tersusun atas dua lingkaran masing-masing dengan 3 tepala, berwarna ungu, 1 tepala bagian belakang besar, dengan noda ditengah berwarna kuning cerah, 3 stamen posterior lebih panjang dari 3 stamen anterior, putik 1, bakal buah menumpang dengan 3 karpela. Di Jawa, buah tanaman ini tidak pernah tumbuh sampai sempurna (Ahmady, 1993).

2.1.1 Kedudukan dan taksonomi eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.). Solm)*

Lawrence (1958) menyebutkan bahwa eceng gondok mempunyai kedudukan taksonomi sebagai berikut:

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi :*Angiospermae*

Kelas : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Farinosae*

Familia : *Pontederiaceae*

Genus : *Eichhornia*

Spesies : *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm.

2.1.2 Bagian tanaman dan pertumbuhan eceng gondok

A. Bagian tanaman eceng gondok yaitu:

1. Akar

Dengan bulu akar yang banyak berfungsi sebagai pegagan/jangkar. Dan berguna untuk mengabsorbsi makanan dari dalam air. Pada bagian ujung akar tidak terdapat akar atau kaliptra, tetapi sebagai gantinya terbentuk kantung akar (Farida, 1986).

Di dalam akar, tanaman bisa melakukan perubahan pH kemudian membentuk suatu zat khelat yang disebut dengan 'fitosidorof'. Zat inilah yang akan mengikat Fe, Zn, Cu dan Mn, kemudian dibawa ke dalam sel akar. "Agar penyerapan besi meningkat, maka tumbuhan itu membentuk molekul reduktase di membran akar agar

penyerapan besi meningkat." Sedangkan model translokasi di dalam tubuh tumbuhan berupa logam dibawa masuk ke sel akar kemudian ke jaringan pengangkut yaitu xilem, floem dan ke bagian tumbuhan lainnya. Sedangkan lokalisasi logam pada jaringan untuk mencegah keracunan logam terhadap sel, maka tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam ke dalam organ tertentu seperti akar (Anonim, 2002).

2.Batang

Batang eceng gondok disebut juga dengan petiola, yang berbentuk bulat menggelembung di dalam penuh dengan ruang udara yang berfungsi untuk mengapung di atas air.

Lapisan terluar dari petiola adalah epidermis, kemudian di bagian bawah terdapat jaringan tipis sklerenkim dengan bentuk sel-sel tebal. Jaringan ini disebut hipodermis karena terletak di bawah jaringan epidermis. Kemudian jaringan di sebelah dalamnya disebut jaringan parenkim (aerenkim). Di dalamnya banyak jaringan pengangkut (yang terdiri dari xilem dan floem), dengan letak yang tersebar merata dalam parenkim. Diantara jaringan parenkim tersebut terdapat ruang udara yang besar (Farida, 1986).

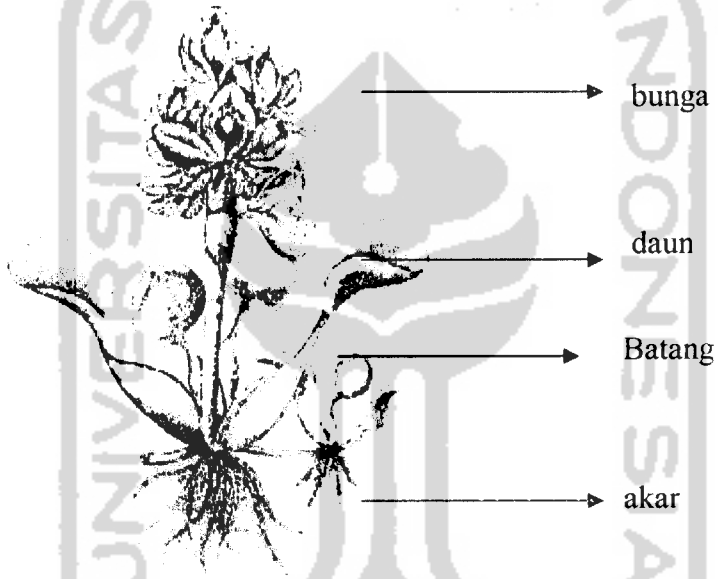
3. Daun

Daun eceng gondok terletak di atas permukaan air. Diantaranya terdapat banyak ruang udara yang berfungsi sebagai alat pengapung dalam air. Kloroplast banyak dijumpai dalam sel epidermis daun, yang berfungsi dalam fotosintesis. Di permukaan sebelah atas daun banyak dijumpai stomata (Farida, 1986).

4.Bunga

Bunga eceng gondok berwarna ungu, tumbuh tegak, berbentuk tandon, dapat membentuk biji, tapi reproduksi lebih banyak dilakukan dalam stolon (Yuliawati, 1995).

Berikut ini adalah gambar morfologi tanaman eceng gondok:



Gambar 1. Morfologi Eceng gondok (Anonim, 2003)

B. Pertumbuhan tanaman eceng gondok

Dalam pertumbuhan dan perkembangannya eceng gondok juga dipengaruhi oleh unsur-unsur kimia yang terkandung dalam air. Pengaruh tersebut dapat positif, dalam arti menunjang pertumbuhan eceng gondok atau negatif dalam arti menghambat pertumbuhan eceng gondok.

Pengaruh yang positif, diantaranya adalah penambahan pupuk NPK dalam jumlah besar. Pengaruh negatif antara lain ditimbulkan oleh adanya logam-logam berat seperti Cu, Fe, Cd, Mn dan Zn. Ion Fe merangsang pertumbuhan secara optimum pada konsentrasi 3 ppm, tetapi pada konsentrasi 5 ppm menghambat pertumbuhan. Konsentrasi 1 ppm ion Cu dapat memberikan ransangan pertumbuhan. Ion Hg dinyatakan sebagai ion yang paling toksik, karena dalam konsentrasi 1 ppm sudah menghambat pertumbuhan eceng gondok. Ion Mn sebesar 5 ppm masih memberikan rangsangan pertumbuhan dan jumlah daunnya meningkat dengan korelasi positif seiring meningkatnya konsentrasi ion Mn. Ion Cd sama dengan ion Hg, namun kekuatan menghambatnya lebih kecil. Campuran kelima logam tersebut pada konsentrasi 1 ppm sudah menghambat pertumbuhan dan daya hambat semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi. Ini adalah hasil penelitian yang menunjukkan bahwa absorpsi bersifat kompetitif (Ahmady, 1993). Tjitrosoedirdjo dan Sastroutomo (1985), mengemukakan hasil penelitiannya bahwa Pb pada konsentrasi 10 ppm tidak mempengaruhi pertumbuhan eceng gondok, tetapi Cd pada konsentrasi 10 ppm menghambat.

2.1.3 Syarat hidup eceng gondok

Eceng gondok tumbuh baik pada intensitas cahaya dan temperatur yang tinggi. Temperatur optimum untuk pertumbuhan eceng gondok adalah 27°C – 30 °C. Eceng gondok tumbuh paling cepat pada temperatur 28°C - 30°C. Eceng gondok berhenti tumbuh pada temperatur di bawah 10°C dan diatas 40°C.

Eceng gondok hanya dapat tumbuh pada air tawar dan tidak toleran terhadap salinitas. Pertumbuhan semakin baik pada air tercemar oleh sampah, karena eceng

gondok dapat menggunakan nitrogen, fosfor dan nutrien lain yang terdapat di dalamnya.

pH untuk pertumbuhan eceng gondok berkisar antara 4,0 – 8,0 sedangkan kisaran pH untuk pertumbuhan terletak di antara 4,0 dan 10,0. Eceng gondok yang tumbuh pada air yang lebih asam atau lebih basa cenderung mengubah pH sehingga terletak di dalam kisaran pH optimum (Asiyatun, 1993).

2.2 Fitoremediasi untuk penyerapan logam oleh tanaman Eceng gondok.

Fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman. Teknologi ini mulai berkembang dan banyak digunakan karena memberikan banyak keuntungan. Teknologi ini potensial untuk diaplikasikan, aman untuk digunakan dan dengan dampak negatif relatif kecil, memberikan efek positif yang multiguna terhadap kebijakan pemerintah, komunitas masyarakat dan lingkungan, biaya relatif rendah, mampu mereduksi volume kontaminan dan memberikan keuntungan langsung bagi kesehatan masyarakat. Teknologi fitoremediasi dikembangkan berdasarkan kemampuan beberapa jenis tanaman dalam menyerap beberapa logam renik seperti seng (Zn) dan tembaga (Cu) dalam pertumbuhannya.

Sampai saat ini, para peneliti masih mengkaji mekanisme yang terjadi dalam proses pengolahan logam secara fitoremediasi. Beberapa mekanisme yang diusulkan, tetapi belum dimengerti secara mendalam, antara lain pembentukan khelat logam dalam sistem vaskular tanaman.

Selain penelitian mekanisme di atas, para peneliti juga masih terus mencari, menyeleksi dan mengidentifikasi sejumlah tanaman dari seluruh belahan bumi yang potensial untuk digunakan proses fitoremediasi. Penelitian dibutuhkan sebelum aplikasi di lapangan untuk menghindari dampak negatif yang mungkin timbul. Ada empat informasi penting yang dicari dalam penelitian. Pertama, kemampuan daya akumulasi berbagai jenis tanaman untuk berbagai jenis logam dalam konsentrasi, sifat kimia dan fisika tanah dan sifat fisiologi tanaman. Kedua, spesifikasi transport dan akumulasi logam. Ketiga, mekanisme akumulasi dan hiper-akumulasi ditinjau secara fisiologi, biokimia dan molekular. Keempat, kesesuaian sistem biologi dan evolusi pada akumulasi logam.

Sebagai pengembangan dari teknologi fitoremediasi, peneliti dari Universitas New Jersey, Amerika mengembangkan tiga bidang baru sebagai bagian dari fitoremediasi yaitu fitoekstraksi, rizofiltrasi dan fitostabilisasi. Ketiga bidang baru ini diharapkan akan mempercepat pengembangan aplikasi dan pemahaman mekanisme reaksi dalam proses fitoremediasi.

Penggunaan fitoremediasi seperti teknologi pengolahan limbah, antara lain insinerator, landfill dan pencucian secara kimia juga menimbulkan kekhawatiran. Terutama kemungkinan akibat yang timbul bila tanaman yang telah menyerap logam berat tersebut dikonsumsi oleh hewan dan serangga. Dampak negatif yang dikhawatirkan adalah terjadinya kematian pada hewan atau terjadinya akumulasi logam pada predator-predator jika mengkonsumsi tanaman yang telah digunakan dalam proses fitoremediasi (Eriyawan, 2001).

Proses regenerasi vegetatif yang sangat cepat dan toleransinya terhadap lingkungan yang cukup besar, menyebabkan eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai pengendali pencemaran lingkungan perairan. Eceng gondok mampu menyerap 0,176 mg Pb dan 0,150 mg Hg/berat kering tumbuhan dari aquadest dan air dalam waktu 24 jam. Sehingga dimungkinkan sekali pemanfaatan eceng gondok untuk mengurangi logam-logam toksik yang terlarut dalam perairan. Untuk mendapatkan air bersih di San Diego AS, eceng gondok memegang peranan yang sangat penting. Eceng gondok disini dapat berfungsi sebagai penyerap logam-logam berbahaya, diantaranya Pb, As, Hg atau Cd (Ahmady, 1993).

Eceng gondok mampu menyerap unsur Cd dan Pb sebesar 3,92 mg/gram berat kering tanaman perhari dan 0,93 mg/gram berat kering tanaman perhari selama periode waktu 4 hari. Setelah periode 28 hari kemampuan penyerapannya menjadi berkurang. Pada periode tersebut Pb dan Cd yang diserap hanya 0,29 mg/gram berat kering tanaman perhari (Yuliawati, 1995).

2.3 Toksisitas logam pada tanaman Eceng gondok

Toksisitas adalah kemampuan molekul suatu bahan kimia atau senyawa kimia untuk menimbulkan kerusakan pada saat mengenai bagian permukaan tubuh atau bagian dalam tubuh yang peka terhadapnya (Elizabeth, M.I., 1992).

Penelitian yang dilakukan oleh Zamzam D, 1990, terdapat kerusakan pada morfologi tanaman Eceng gondok. Parameter kualitatif yang memperlihatkan perbedaan antara kontrol dengan tanaman yang diperlakukan dengan chromium (Cr

VI), pada kontrol daun tampak hijau dan berkembang dengan baik sedangkan tanaman yang tumbuh pada media yang mengandung Cr tampak menguning. Pada konsentrasi 1 ppm belum tampak pengaruh logam Cr namun pada konsentrasi lebih tinggi yaitu 5 ppm dan 10 ppm Chromium terlihat sangat jelas. Ini berarti bahwa Chromium (Cr VI) bersifat toksik pada tanaman, khususnya tanaman Eceng gondok.

Pada penelitian (Ahmady, 1993) pada hari ke-3 setelah penanaman, eceng gondok umur 10 hari sudah mulai tampak pengaruh Hg terhadap pertumbuhan, terutama pada konsentrasi 5 dan 10 ppm, morfologi daun dengan cepat layu dan menguning, Pada petiolus sudah berwarna hijau keputihan (sementara pada tanaman kontrol berwarna hijau segar). Bahkan ada yang mulai membusuk, pada akar tampak bulu-bulu akar rontok dengan akar berwarna kehitaman. Hal ini menandakan tanaman telah mengalami keracunan pada morfologi tanaman.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Logam seng (Zn) serta bahayanya bagi manusia

Seng mempunyai nomor atom 30 dan berat atom 65,38 merupakan salah satu unsur logam transisi dalam sistem periodik menempati golongan II B, periode 4 dengan konfigurasi elektron [Ar] $3d^{10}4s^2$. sebagai logam transisi seng memiliki dua bilangan oksidasi yaitu Zn (0) yang berada sebagai unsur logamnya dan Zn (+2) yang merupakan bilangan oksidasi tertinggi dari seng dan senyawa-senyawanya (Jasmidi, 1998).

Seng memiliki kerapatan 7,14 g/ml, karena itu seng digolongkan sebagai logam berat. Meskipun seng merupakan mikronutrien yang esensial pada konsentrasi rendah, tetapi pada konsentrasi tinggi bersifat racun. Seng dan senyawanya termasuk relatif non toksik bila masuk ke dalam tubuh melalui mulut, walaupun larutan garamnya dalam dosis besar dapat mengakibatkan radang usus-lambung akut, radang dimaksud ditandai dengan mual, muntah dan diare. Kejadian keracunan telah dilaporkan disebabkan mengkonsumsi makanan asam atau minuman seperti lemonade yang ditempatkan di kaleng galvanis. Tipe lain keracunan akut adalah "demam uap seng" yang disebabkan menghirup uap seng oksida. Gejala satu-satunya adalah demam yang ditandai naiknya temperatur badan sesuai dengan aksi uap seng terhadap sel darah putih. Keracunan seng akan mengakibatkan demam, batuk, muntah-muntah dan sakit kepala (Jasmidi, 1998).

Berdasarkan keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No: Kep-03/MENKLH/II/1991 ditetapkan baku mutu limbah untuk seng adalah 2 mg/L. Seng tidak terbiodegradasi di dalam tubuh, sehingga dapat terakumulasi pada organ vital manusia dan semakin mempercepat timbulnya aksi-aksi toksik dalam tubuh. Oleh karena itu keberadaan seng dalam lingkungan perlu mendapat perhatian (Jasmidi, 1998).

Karena pencemaran baik timbal maupun seng yang terdapat di dalam perairan bersifat racun di dalam lingkungan, maka air limbah industri yang mengandung logam tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan (Jasmidi, 1998). Selain proses pengolahan limbah industri secara konvensional, dewasa ini minat terhadap tanaman mendapat perhatian. Metode pemulihan berbasis pada tanaman dikenal dengan fitoremediasi. Metode ini mengandalkan peran tanaman untuk menyerap, mendegradasi, menstranformasi dan memobilisasi bahan pencemar, baik logam berat maupun senyawa organik (Anonim, 2002).

3.2 Mekanisme penyerapan logam oleh tumbuhan

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut.

3.2.1 Penyerapan oleh akar

Tumbuhan dapat menyerap logam maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhannya:

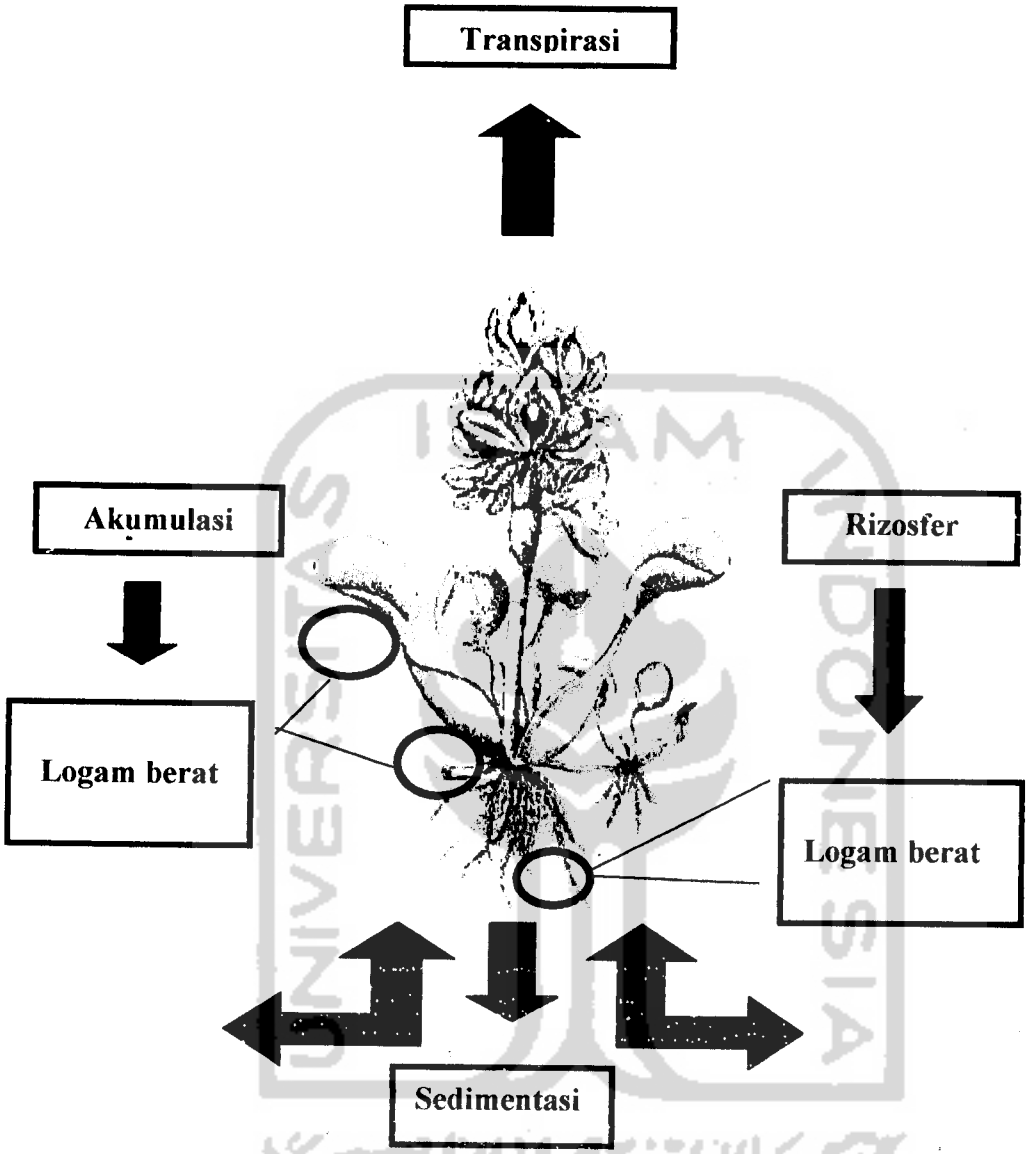
- Perubahan pH, pada Thlaspi cearulescens, mobilisasi seng dipacu dengan terjadinya penurunan pH pada daerah perakaran sebesar 0,2-0,4 unit.
- Ekskresi zat khelat, Mekanisme penyerapan besi lewat pembentukan suatu zat khelat yang disebut fitosiderofor telah diketahui secara mendalam pada jenis rumput-rumputan. Molekul fitosiderofor yang terbentuk ini akan mengikat (mengkhelat) besi dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif. Selain aktif terhadap besi, fitosiderofor dapat mengikat logam lain seperti seng, tembaga dan mangan. Sekarang diketahui, bahwa berbagai molekul lain berfungsi serupa, misalnya histidin yang meningkatkan penyerapan nikel pada Alyssum sp dan suatu senyawa peptida khusus, fitokhelatin, yang mengikat selenium pada Brassica juncea dan logam lain seperti timbal, kadmium dan tembaga.
- Pembentukan reduktase spesifik logam, di dalam meningkatkan penyerapan besi, tumbuhan membentuk suatu molekul reduktase di membran akarnya. Reduktase ini berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui kanal khusus di dalam membran akar (Priyanto, B, dkk, 2004).

3.2.2 Translokasi di dalam tubuh tumbuhan

Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni dan fitokhelatin-glutation yang terikat pada Cd (Priyanto, B, dkk, 2004).

3.2.3 Lokalisasi logam pada jaringan

Untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar (untuk Cd pada *Silene dioica*, *trikhoma* (untuk Cd), dan lateks (untuk Ni pada *Serbetia acuminata*) (Priyanto, B, dkk, 2004).



Gambar 2: Mekanisme penyerapan logam oleh tanaman

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah:

1). Faktor konsentrasi; kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalamnya.

2). Perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan.

Sel-sel akar tumbuhan umumnya mengandung konsentrasi ion yang lebih tinggi daripada medium di sekitarnya. Sejumlah besar eksperimen menunjukkan adanya hubungan antara laju pengambilan ion dengan konsentrasi ion yang menyerupai hubungan antara laju reaksi yang dihantarkan enzim dengan konsentrasi substratnya. Analogi ini menunjukkan adanya barier khusus dalam membran sel yang hanya sesuai untuk suatu ion tertentu dan dapat menyerap ion tersebut, sehingga pada konsentrasi substrat yang tinggi semua barier berperan pada laju maksimum hingga mencapai laju pengambilan jenuh. Tembaga (Cu) dalam konsentrasi tinggi atau rendah bersifat sangat toksik bagi tumbuhan jika berada sebagai satu-satunya unsur dalam larutan. Sebagai fungisida tembaga (Cu) digunakan dalam bentuk serbuk dan spray. Tembaga (Cu) juga dibutuhkan oleh beberapa jenis tumbuhan sebagai elemen mikro yang berperan dalam proses respirasi. Kadmium (Cd) termasuk dalam elemen stimulator tumbuhan pada bagian tertentu. Elemen ini secara tidak langsung menguntungkan pertumbuhan tumbuhan melalui peningkatan kemampuan elemen tertentu, melalui penurunan konsentrasi substansi toksik atau dengan menjaga keseimbangan ion-ion dalam media pertumbuhan. Mekanisme yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksik adalah:

(a). Penanggulangan (ameliorasi); untuk meminimumkan pengaruh toksik terdapat empat pendekatan yaitu:

1). lokalisasi (intraseluler atau ekstraseluler); biasanya pada organ akar

2). Ekskresi; secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif melalui akumulasi pada daun-daun tua yang diikuti dengan pengguguran daun.

3). Dilusi melemahkan melalui pengenceran.

4). Inaktivasi secara kimia

mekanisme pembentukan kompleks logam sering dijumpai pada tumbuhan, seperti pada tembaga (Cu) yang biasanya mengalami translokasi pembentukan kelat dengan asam-asam poliamino-polikarboksilik.

(b). toleransi; tumbuhan mengembangkan sistem metabolik yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik.

Jenis-jenis tumbuhan yang mampu bertahan terhadap ion-ion toksik memiliki mekanisme berlapis (*multilayered*). Lazimnya adaptasi terhadap logam berat melibatkan diferensiasi ekotipe yaitu evolusi dari genotip-genotip yang beradaptasi (Rini, D.S, 2001).

3.3 Spektrofotometer Serapan Atom

3.3.1 Teori Spektrofotometri Serapan Atom

Dalam penelitian ini digunakan metoda pengukuran spektrofotometri serapan atom dengan sistem pengatoman dengan menggunakan nyala api dari campuran bahan bakar gas dan oksidan. Metoda pengukuran AAS menjadi alat yang canggih dalam analisis, hal ini disebabkan diantaranya oleh kecepatan analisisnya,

ketelitiannya sampai tingkat runut, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan karena penentuan suatu unsur dengan kehadiran unsur yang lain dapat dilakukan asalkan lampu katoda berongga yang diperlukan tersedia (Khopkar, 1990).

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisis yang cuplikannya dilewatkan dalam nyala menjadi atom yang akan tereksitasi sambil menyerap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode analisis yang tepat untuk analisis analit, terutama logam-logam dengan konsentrasi rendah. Penerapan metode ini antara lain untuk analisis sampel biologi, tanah, produk minyak tanah, mineral, farmasetik, kosmetik dan hasil industri logam-logam (Pecsok, 1976).

Prinsip Spektrofotometri serapan atom adalah absorpsi cahaya oleh atom pada keadaan dasar. Atom-atom tersebut menyerap cahaya pada panjang gelombang yang spesifik, sesuai dengan jenis atau sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Dengan absorpsi energi, suatu atom pada keadaan dasar akan tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Kemonokromatisan cahaya dalam spektrofotometri serapan atom merupakan syarat utama. Di samping itu kemudahan pelarutan atau peruraian sampel juga sangat menentukan keberhasilan analisis (Sibilia, 1996).

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

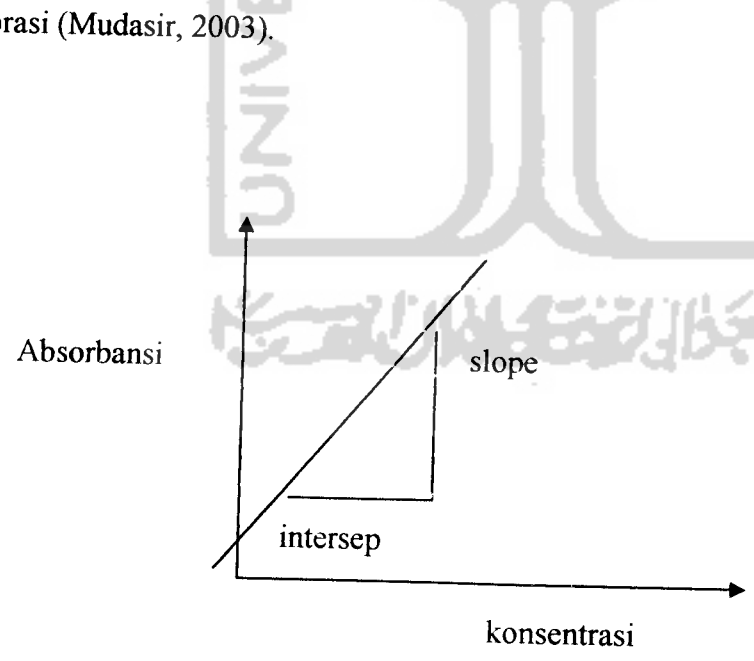
$A = \varepsilon.b.C$ atau $A = a.b.C$

Dimana: A=Absorbansi C= konsentrasi

b= tebal media ε= Absorbsivitas

Absoptivitas molar (ε) dan absoptivitas (a) adalah suatu konstanta, sedangkan tebal media (sel) dalam prakteknya dibuat tetap. Dengan demikian absorbansi suatu spesies akan merupakan fungsi dari konsentrasi, sehingga dengan mengukur absorbansi suatu spesies, konsentrasi dapat ditentukan.

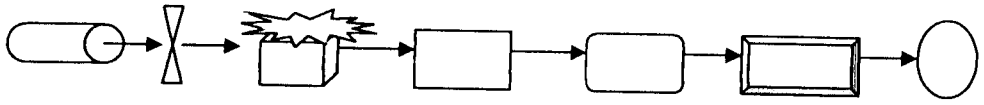
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kurva kalibrasi. Pada metode ini dibuat suatu seri larutan sampel dan standard dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan AAS. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang akan merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope = ε.b. atau slope = a.b. Konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diintrapolasi ke dalam kurva kalibrasi atau dimasukkan ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linier pada kurva kalibrasi (Mudasir, 2003).



Gambar 3: Kurva kalibrasi

3.3.2 Instrumentasi

Alat Spektrofotometer serapan atom terdiri dari rangkaian alat yang terlihat dalam diagram skematik berikut ini (Skoog, 1980):



1 2 3 4 5 6 7

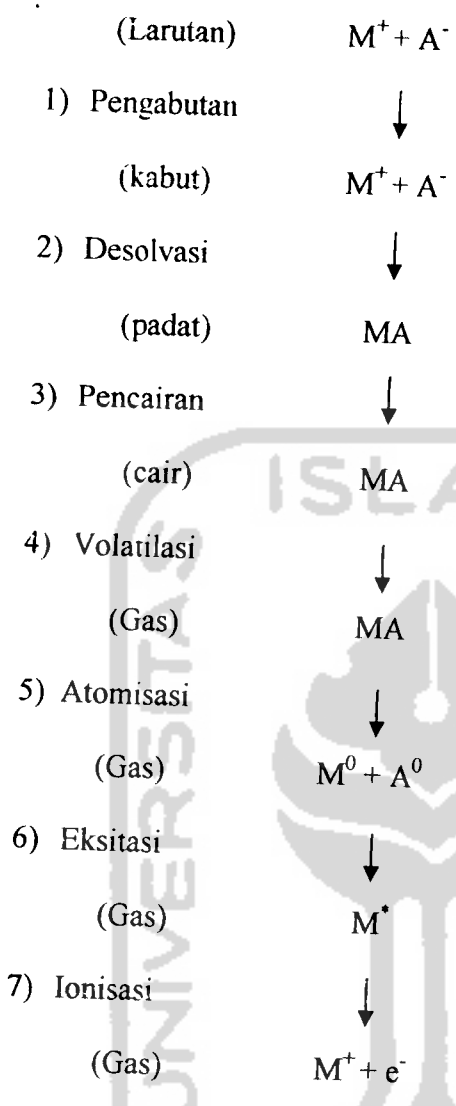
Gambar 4: Diagram skematik alat spektrofotometer

Keterangan : **1**. Sumber sinar
2. Pemilah (*Chopper*)
3. Nyala
4.Monokromator
5. Detektor
6. Amplifier
7. Meter atau recorder

Unit Spektrometri Serapan Atom terdiri atas 3 komponen utama yaitu:

a. Unit atomisasi

Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala atau tanpa nyala. Untuk mengubah unsur metalik menjadi uap atom diperlukan energi panas. Temperatur harus benar-benar terkendali agar atomisasi sempurna dan unsur tidak mengalami ionisasi. Atomisasi dengan nyala api merupakan cara pengatoman dalam AAS yang saat ini masih banyak dilakukan. Proses pengatoman yang terjadi secara sistematis dapat digambarkan sebagai diagram blok pada gambar 5.



Gambar 5: Proses pengatoman di dalam nyala

(Susanto, G, 2002)

b. Sumber radiasi

Sumber radiasi dalam spektrofotometer serapan atom harus bersifat kontinu. Di samping itu sistem dengan penguraian optis yang sempurna juga diperlukan agar diperoleh sumber sinar dengan garis absorpsi yang semonokromatis mungkin. Seperangkat sumber yang dapat memberikan emisi yang tajam dari suatu unsur

dikenal dengan *Hollow Cathode Lamp*. Lampu ini memiliki dua elektroda, satu diantaranya berbentuk silinder dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisis.

c. Sistem pengukuran fotometrik

Sistem pengukur fotometrik dalam spektrofotometer serapan atom terdiri atas 3 komponen (Khopkar, 1990), yaitu: monokromator, pemroses sinar dan sistem pembacaan.

3.3.3 Gangguan dalam Spektrofotometri Serapan Atom

Secara umum ada 3 macam gangguan dalam spektrofotometri serapan atom (Khopkar,1990) yaitu:

1. Gangguan ionosasi

Biasanya terjadi pada unsur alkali dan alkali tanah karena unsur-unsur tersebut mudah terionisasi dalam nyala. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan unsur yang lebih mudah terionisasi.

2. Gangguan akibat pembentukan senyawa *refractory*

Gangguan ini diakibatkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia yang dapat menghasilkan suatu senyawa yang sulit terurai (*refractory*).

3. Gangguan fisik

Gangguan fisik adalah parameter yang dapat mempengaruhi kecepatan sampel sampai ke nyala. Parameter-parameter tersebut adalah: kecepatan alir gas, berubahnya viskositas sampel akibat temperatur atau solven dan perubahan temperatur nyala.

3.3.4 HIPOTESIS

Logam Zn dengan konsentrasi rendah merupakan unsur hara bagi tanaman, tetapi pada konsentrasi tinggi merupakan logam yang toksik bagi tanaman eceng gondok. Oleh karena itu hipotesis penelitian ini disusun sebagai berikut:

1) Konsentrasi awal logam dan waktu kontak berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok
2) pH media tanam berpengaruh terhadap penyerapan logam Zn oleh tanaman eceng gondok.
3) Daya serap tanaman eceng gondok terhadap logam Zn yang berada dalam larutan bersama-sama dengan logam lain akan bersifat kompetitif.
4) Terjadi akumulasi logam Zn pada morfologi tumbuhan eceng gondok pada akar, batang dan daun.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan alat, bahan dan cara kerja yang digunakan dalam penelitian, masing-masing diuraikan dalam sub bab sebagai berikut:

4.1. Alat dan Bahan

4.1.1. Alat

a. Timbangan merk Cariba
b. Timbangan elektrik (merk Sartorius BP 410)
c. pH meter (merk WTW)
d. Spektrofotometer serapan atom (merk P-E 3110)
e. Pengaduk magnet
f. Pengaduk dan pemanas (merk Labinco-L34)
g. Ember plastik 10 L
h. Peralatan gelas
i. Kalkulator merk Casio fx 3600 p
j. Kamera

4.1.2. Bahan

A Sampel tanaman eceng gondok diambil dari sekitar persawahan di daerah dusun Mandungan. Sampel ± 3 km dari jalan raya.

B.Serbuk Zn p.a (merck)

C.Larutan Hogland II dengan komposisi sebagai berikut:

- $Ca(NO_3)_2$ $4H_2O$ p.a (merck)
- KNO_3 p.a (merck)
- $MgSO_4$ p.a (merck)
- $NH_4H_2PO_4$ p.a (merck)
- Ferri tartrat p.a (merck)

D. Buffer Phosphat p.a (merck)

E. Asam nitrat 65 % p.a (merck)

G. NaOH p.a (merck)

H. Kertas saring Whatman 41

I. Aquades

4.2 Variabel penelitian

Pemberian logam Zn pada tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes(Mart.). Solm*) mencakup 4 pengamatan yaitu akumulasi logam pada morfologi tanaman, pengaruh konsentrasi awal logam, pH media tanam dan efek kompetitif. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan menggunakan pot yang berisi larutan Hogland II sebagai media pertumbuhan tanaman. Larutan Hoagland II yang digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman dalam penelitian

ini adalah larutan yang umum digunakan dalam penelitian-penelitian secara laboratoris, khususnya penelitian yang berhubungan dengan nutrisi tumbuhan.

4.2.1 Konsentrasi awal logam

Konsentrasi awal logam bertujuan untuk melihat daya serap tanaman terhadap konsentrasi logam di dalam larutan. Variasi konsentrasi pada 15 ppm dan 35 ppm dilakukan pada waktu pengamatan tanaman selama 7, 14 dan 21 hari.

4.2.2 pH media tanam

Penentuan pH optimum dilakukan dengan cara membuat variasi pH 6, pH 7 dan pH 8 pada media tanam dan menambahkan 15 ppm logam Zn pada waktu kontak 14 hari. Kemudian dianalisis dengan menggunakan AAS.

4.2.3 Pengaruh antar logam

Untuk melihat daya serap optimum logam oleh tanaman dengan kehadiran logam pesaing maka ditambahkan logam Cu ke dalam larutan dengan konsentrasi yang sama dengan logam Zn. Pengamatan dilakukan selama 14 hari pada pH 7 dan konsentrasi 15 ppm.

4.2.4 Akumulasi logam Zn pada morfologi tanaman

Pengamatan akumulasi logam pada morfologi tanaman mempunyai tujuan untuk mengetahui konsentrasi logam terbesar pada morfologi tanaman yaitu pada bagian akar, batang dan daun. Pengamatan ini dilakukan dengan cara menambahkan logam Zn pada media tanam kemudian diamati selama 21 hari. Setelah tanaman berusia 21 hari bagian tanaman tersebut dipanen dan dianalisa menggunakan AAS.

4.3 Cara Kerja

4.3.1 Pekerjaan pendahuluan

4.3.1.1 Anti Kontaminan

Anti kontaminan merupakan perlakuan terhadap peralatan gelas, Sebelum digunakan untuk analisis agar terbebas dari kotoran yang dapat menyebabkan gangguan pada saat analisis. Sebelum digunakan peralatan gelas terlebih dahulu direndam semalam dalam HNO_3 2,5 % (v/v). Setelah itu dibilas dengan akuades dan dikeringkan pada tempat yang bebas debu (Carasek, 2001).

4.3.2 Penanaman eceng gondok pada media tanam

Komposisi larutan Hogland sebagai media tanam adalah sebagai berikut:

- $Ca(NO_3)_2$ $4H_2O$ 0,95 g/L
- KNO_3 0,62 g/L
- $MgSO_4$ 0,49 g/L
- $NH_4H_2PO_4$ 0,12 g/L
- Ferri tartrat 0,005 g/L (Wolvertoon and Mc Donald, 1975).

Keterangan: Komposisi tersebut untuk satu liter media tanam.

Ditimbang berat basah tanaman dengan range 50-200g. Kemudian dimasukkan ke dalam media tanam yang berisi larutan Hogland yang telah dilarutkan dalam 2L aquades. Tanaman eceng gondok diadaptasikan selama 7 hari. Selanjutnya ditambahkan logam Zn pada media tanam dengan konsentrasi 15 ppm dan 35 ppm sedangkan untuk kontrol konsentrasi logam 0 ppm. Ketinggian air dalam ember dijaga tetap 2L, masing-masing ember plastik diberi label. Untuk menjaga agar

4.3.3 Pembuatan Larutan Buffer Phosphat

Larutan Buffer Phosphat dibuat dengan melarutkan 0,1 M KH_2PO_4 ke dalam 1,8 L larutan Hogland. Kemudian dimasukkan logam Zn dan ditambahkan 0,1 M NaOH sesuai pH yang diinginkan. Selanjutnya ditambahkan aquadest sampai 2L (perhitungan ditunjukkan pada lampiran 1.1) (Robinson dan Stokes,1968).

4.3.4 Pembuatan Larutan induk Zn 1000 ppm untuk pemberian logam pada pot plastik

Larutan Zn induk 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang 1g serbuk Zn kemudian dilarutkan dalam 7 ml HNO_3 pekat dan diencerkan dengan aquadest sampai 1L (perhitungan ditunjukkan pada lampiran 1.2).

4.3.5 Teknik Destruksi Basah

Teknik destruksi yang digunakan adalah teknik destruksi basah menggunakan asam nitrat pekat sebagai pereaksi. Kemampuan pelarutan dari asam nitrat disebabkan kemampuan ion nitrat untuk berperan sebagai agen pengoksidasi. Destruksi sampel menggunakan asam memiliki keuntungan yaitu kelebihan asam dapat dengan mudah dihilangkan selain itu nitrat adalah matrik yang dapat diterima dengan spektrofotometer dengan nyala (Setyaningsih, S.V., 2003).

Masing-masing sampel akar tanaman eceng gondok dipotong kecil-kecil dan ditimbang 10 g berat basah. Kemudian dimasukkan kedalam gelas beker dan ditambahkan 25 ml HNO_3 pekat. Lalu ditutup dengan gelas arloji dan didiamkan selama 48 jam.Kemudian sampel tersebut dipanaskan sambil diaduk dengan magnetik stirer pada suhu 200°C dan kecepatan 100 rpm selama 1 jam. Suspensi didinginkan,

kemudian ditambahkan 25 ml aquadest. Kemudian dipanaskan dan diaduk kembali selama 5 menit. Selanjutnya suspensi tersebut disaring menggunakan kertas Whatman 41. Larutan yang telah jernih dimasukkan kedalam gelas beker dan dipanaskan diatas kompor listrik hingga volume larutan yang tersisa 10 ml. Larutan yang tersisa ditambahkan aquadest sampai 50 ml. Selanjutnya larutan tersebut disimpan dalam botol kaca dan ditutup rapat pada suhu 20°C untuk dianalisis (Sastre, dkk, 2002).

4.4 Analisis AAS

4.4.1 Penentuan konsentrasi logam Zn dan Cu

Penentuan kandungan logam Zn dan Cu dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat spektrofotometer serapan atom model AA-782 Nippon Jarel Ash. Baik logam Zn maupun Cu diukur dengan menggunakan metode nyala (flame) pada kondisi optimum (lampiran 1.3).

Standarisasi alat spektrofotometer serapan atom digunakan larutan blanko dan dibuat deret larutan standar, dimana dari deret larutan standar ini akan diperoleh kurva baku atau kurva standar linear yang dibuat berdasarkan absorbansi dari larutan Spektrosol untuk logam Zn dan Cu dengan konsentrasi yang telah diketahui (perhitungan di lampiran 1.4).

Perhitungan komponen slope dan intersep pada persamaan regresi linear dilakukan dengan menggunakan Microsoft excell 4.0. Dari kurva kalibrasi diperoleh hubungan antara variabel x (konsentrasi) dan y (absorbansi) melalui persamaan regresi linear yang dinyatakan dengan persamaan:

$$y = bx + a$$

4.4.2 Persamaan Regresi Linear

$$y = bx + a$$

$$\text{slope} = b = \frac{n \sum (xy) - \sum x \sum y}{n \sum (x^2) - (\sum x)^2}$$

$$\text{intersep} = a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$\text{koefisien korelasi} = r = \frac{n \sum (xy) - \sum x \sum y}{\sqrt{[\, n \sum (x)^2 - (\sum x)^2]\, [\, n \sum (y)^2 - (\sum y)^2]}}$$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

BAB V

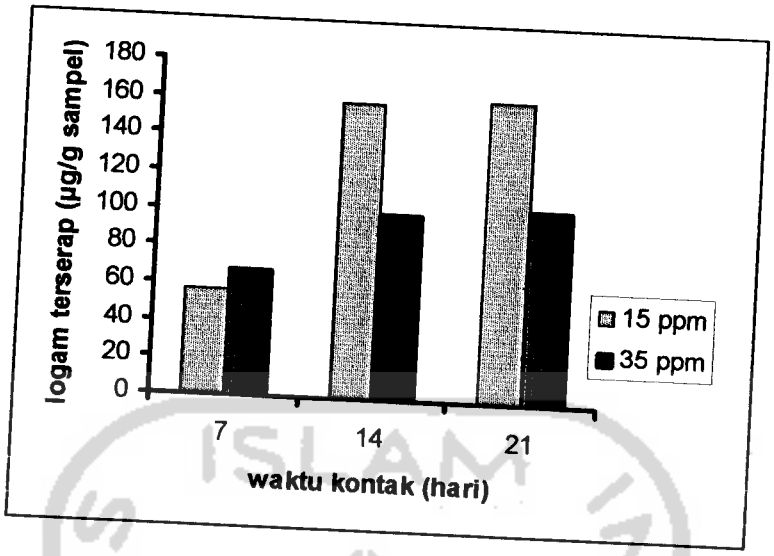
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Konsentrasi awal logam

Hasil penelitian Ahmady (1993), disimpulkan bahwa tanaman eceng gondok umur pertumbuhan 30 hari merupakan umur yang paling efektif. Penyerapan logam Hg dengan konsentrasi 10 ppm pada umur pertumbuhan 30 hari masih mampu bertahan hidup selama 14 hari perlakuan.

Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi awal logam dan waktu kontak logam dengan tanaman. Konsentrasi awal logam merupakan konsentrasi yang menunjukkan kemampuan daya serap tanaman sampai konsentrasi logam yang tidak menimbulkan kematian pada tanaman. Sedangkan waktu kontak merupakan waktu untuk melihat paparan terlama tanaman dalam menyerap logam berat sampai tanaman menjadi mati.

Penelitian konsentrasi awal logam menggunakan 2 konsentrasi yaitu 15 ppm dan 35 ppm. Sedangkan waktu kontak 7, 14 dan 21 hari. Pada penelitian ini menggunakan sampel akar karena lokalisasi logam terbesar pada bagian akar tanaman. Hubungan waktu kontak dan serapan logam oleh tanaman eceng gondok ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6: Pengaruh waktu kontak pada penyerapan logam Zn oleh eceng gondok dengan konsentrasi awal berbeda

Tanaman menyerap logam melalui akar-akarnya, di dalam akar tanaman membentuk siderofor yang dapat mengikat logam dan membawanya ke dalam sel akar melalui transport aktif. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain. Gambar 6 memperlihatkan bahwa waktu kontak berperan terhadap efek translokasi logam dari akar ke bagian tanaman yang lain. Pada waktu kontak 7 hari logam-logam tertimbun pada bagian akar. Kemudian pada hari ke-14 logam naik ke bagian tanaman yang lain melalui floem dan xylem. Hal ini menyebabkan akar tanaman mulai mampu menyerap logam lebih banyak dari keadaan semula. Selanjutnya pada hari ke-21 penyerapan logam oleh akar tanaman telah mengalami kesetimbangan dengan larutan logam sehingga konsentrasi logam pada akar tidak turun lagi. Jika penelitian ini diteruskan pada waktu kontak 22 hari dan seterusnya kemungkinan tanaman akan mengalami keracunan sehingga daya serap tanaman akan

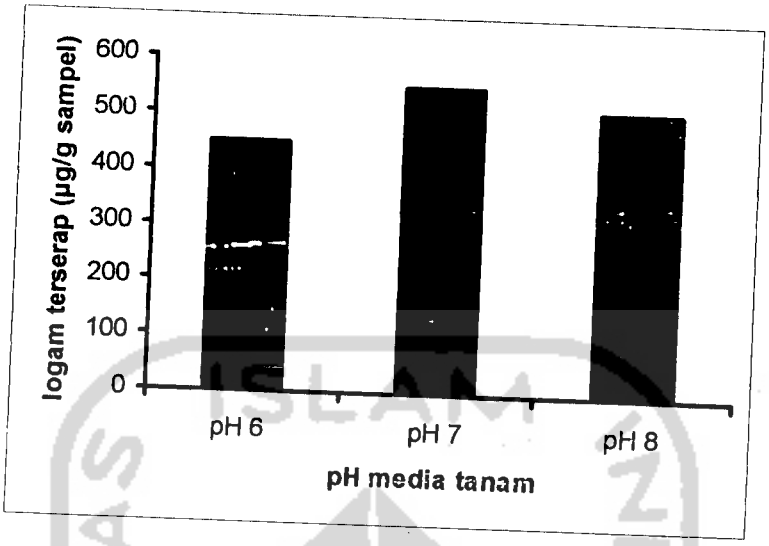
menurun, karena semakin banyak logam yang tertimbun pada bagian tanaman sehingga mengganggu metabolisme tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok mempunyai kemampuan terbatas dalam menyerap logam Zn.

Gambar 6 juga memperlihatkan pengaruh perbedaan konsentrasi logam terhadap daya serap tanaman. Pada konsentrasi 15 ppm dengan waktu kontak 7, 14 dan 21 hari serapan logam adalah 45,204 ± 0,350 µg/g, 147,234 ± 0,534 µg/g dan 150,948 ± 0,230 µg/g. Sedangkan serapan logam dengan konsentrasi 35 ppm dan waktu kontak 7, 14 dan 21 hari adalah sebesar 56,898 ± 0,134 µg/g, 88,128 ± 0,134 µg/g dan 92,772 ± 0,742 µg/g. Daya serap tanaman lebih besar pada konsentrasi 15 ppm dibandingkan dengan konsentrasi 35 ppm. Hal ini disebabkan karena transfer ion dari fasa air ke fasa akar. Pada konsentrasi rendah transfer logam dari fasa air ke fasa akar lebih mudah, karena ion-ion yang terlarut lebih sedikit sehingga pergerakan elektron lebih efektif. Tetapi pada konsentrasi tinggi transfer ion dari fasa air ke fasa akar lebih sukar, karena pada konsentrasi tinggi ion-ion yang terlarut semakin banyak dan terjadi kompetisi pada tanaman eceng gondok sehingga pergerakan ion menjadi tidak efektif. Kemungkinan lain pada konsentrasi awal 35 ppm tanaman mulai keracunan sehingga penyerapan tidak efektif.

5.2 pH media tanam

Hasil penelitian Santiago (1973), melaporkan bahwa pada pH 7,0-7,5 eceng gondok mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan eceng gondok yang tumbuh pada pH rendah (4,0) atau pH tinggi (8,0). pH 4,2 dapat meracuni pertumbuhan eceng gondok.

Pengaruh pH pada daya serap tanaman ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7: Hubungan serapan logam pada akar tanaman dengan pH media tanam. Konsentrasi logam Zn 15 ppm dan waktu kontak 14 hari

Pada gambar 7 diatas memperlihatkan, bahwa penyerapan logam mencapai nilai optimal pada pH 7 yaitu sebesar 550,145 ± 2,028µg/g. Sedangkan daya serap tanaman pada pH 6 dan pH 8 adalah 448,43 ± 7,32µg/g dan 511,775 ± 4,79µg/g. Hal ini disebabkan karena kesetabilan senyawa kompleks yang terbentuk dipengaruhi oleh keasaman ion logam dan kebasaan ligan. Semakin besar muatan ion logam semakin tinggi keasamannya, makin besar kemampuannya untuk menerima pasangan elektron, sehingga senyawa kompleks yang terbentuk makin stabil. Tingkat kebasaan suatu ligan akan menurun dengan peningkatan elektronegatifitas atom donor dalam ligan tersebut. Dengan demikian makin stabil senyawa kompleks yang terbentuk.

Pembentukan senyawa kompleks dari ion-ion anorganik atas asam dan basa kuat serta asam dan basa lemah. Ligan yang mempunyai donor dengan

keelektronegatifan tinggi adalah basa kuat sedangkan ligan dengan atom donor yang mudah terpolarisasi adalah basa lemah. Secara umum kation-kation kuat (asam Lewis) dengan ligan-ligan kuat (basa Lewis) akan membentuk kompleks yang stabil, sedangkan asam-asam lemah membentuk kompleks yang stabil dengan basa-basa lemah (Mawardi, 1997). Logam Zn adalah asam yang bersifat lemah atau antara (intermediate). Dalam eceng gondok mengandung gugus amino dan sulfihidril yang berfungsi sebagai ligan dengan atom donor yang mudah terpolarisasi, sehingga ligan pengkhelat dalam eceng gondok sebagai basa lemah. Apabila logam Zn sebagai asam lemah berikatan dengan gugus amino dan Sulfihidril dalam eceng gondok sebagai basa lemah, akan membentuk ikatan yang stabil. Kesetabilan kompeks khelat ini terjadi pada pH netral karena aktivitas tanaman lebih baik pada pH netral dibandingkan pH sedikit basa atau sedikit asam. Selain itu, pada pH sedikit asam makin tinggi kepolarannya. Sehingga air dalam jaringan tanaman semakin banyak dan dapat mengganggu metabolisme tanaman. Pada pH sedikit basa, semakin sedikit air dalam jaringan tanaman karena terserap oleh media sekitarnya sehingga metabolisme tanaman menjadi terganggu. Pada pH 7 metabolisme tanaman tidak terganggu, sehingga pembentukan kompleks khelat lebih stabil dan serapan logam oleh tanaman semakin besar.

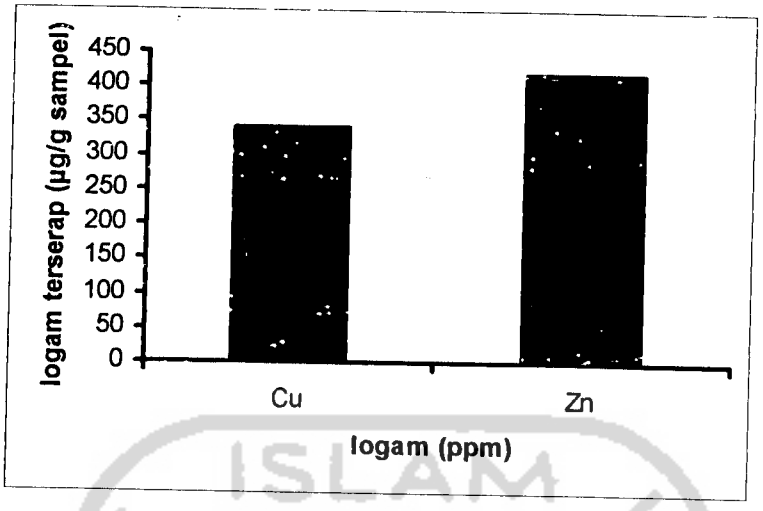
5.3 Pengaruh antar logam

Kemampuan ion logam membentuk kompleks tergantung pada daya mempolarisasi. Daya mempolarisasi ditentukan oleh perbandingan antara muatan dan jari-jari ion logam. Suatu kation dengan daya mempolarisasi tinggi "disenangi" oleh

ligan sebagai muatan positif berkerapatan tinggi, sehingga menghasilkan interaksi yang kuat (Mawardi, 1997).

Kemampuan tanaman dalam menyerap logam dipengaruhi oleh kemampuannya untuk membentuk kompleks khelat. Ikatan kompleks terbentuk dari ion logam Zn dengan ligan pengkhelat yaitu gugus amino dan sulfihidril yang ada di dalam jaringan tanaman. Kesetabilan pembentukan kompleks ini dipengaruhi oleh konsentrasi awal logam, waktu kontak logam dengan tanaman dan pH media tanam. Apabila konsentrasi awal logam, waktu kontak logam dengan tanaman dan pH media tanam telah sesuai maka pembentukan kompleks khelat makin stabil, sehingga interaksi antara logam dengan ligan berjalan efektif. Dan daya serap tanaman terhadap logam Zn makin besar.

Pada penelitian ini menggunakan 2 logam yaitu logam Zn dan logam Cu yang keduanya mempunyai konsentrasi yang sama. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya serap tanaman terhadap logam Zn dengan adanya logam Cu sebagai pengganggu. Efek kompetitif antara logam Zn dan logam Cu ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8: Hubungan serapan logam Zn terhadaplogam Cu sebagai pengganggu dengan konsentrasi logam 15 ppm, waktu kontak 14 hari dan pH media tanam 7

Dari gambar diatas memperlihatkan bahwa daya serap tanaman terhadap logam Zn sebesar 417,75 ± 0,943 µg/g. Sedangkan serapan logam Cu sebesar 340,775 ± 3,12 µg/g. Sehingga daya serap tanaman terhadap logam Zn lebih besar daripada daya serap tanaman terhadap logam Cu. Hal ini disebabkan perbedaan ukuran ion kedua logam tersebut. Dalam sistem periodik, ukuran ion yang semakin kecil dari kiri ke kanan sehingga ukuran ion logam Zn lebih kecil daripada ukuran ion logam Cu dan menyebabkan tarikan inti lebih kuat. Semakin kuat tarikan logam Zn dan semakin kecil jari-jari ion logamnya maka daya mempolarisasi semakin besar, sehingga logam Zn lebih disenangi oleh ligan untuk menghasilkan interaksi yang kuat.

Perbandingan daya serap tanaman dengan kehadiran logam penganggu dan tanpa hadirnya logam pengganggu ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan serapan logam dengan logam Cu dengan tanpa logam Cu pada sampel akar tanaman pada konsentrasi awal 15 ppm, waktu kontak 14 hari dan pH 7.

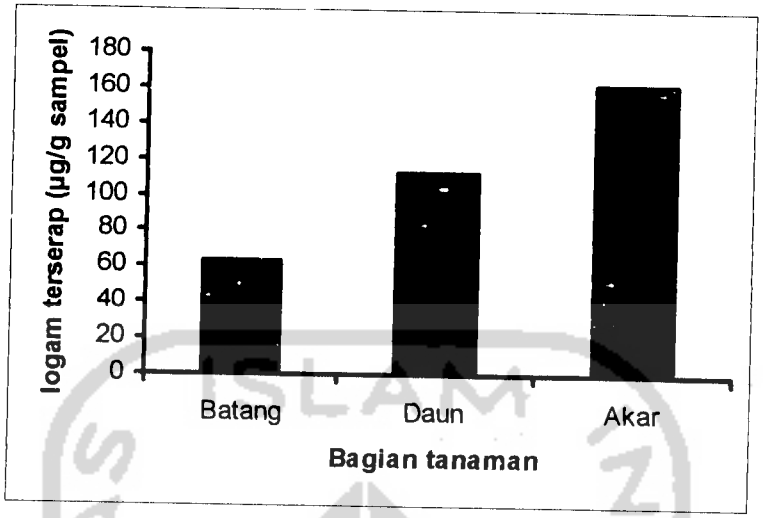
Serapan logam Zn dengan adanya logam Cu (μg/g)	Serapan logam Zn tanpa adanya logam Cu (μg/g)
417,75	550,145

Dari tabel 1 diatas terlihat bahwa daya serap tanaman terhadap logam Zn menurun dengan adanya logam Cu sebagai pengganggu, sehingga dengan adanya logam Cu pada media tanam menimbulkan efek kompetitif bagi penyerapan logam Zn. Adanya efek kompetitif ini disebabkan karena ion-ion logam Zn dan ion logam Cu saling berkompetisi untuk menempel pada situs aktif yang sama. Tetapi karena logam Zn mempunyai ukuran lebih kecil daripada ion logam Cu maka ion logam Zn lebih banyak menempati situs aktif di dalam jaringan tanaman.

5.4 Akumulasi logam pada morfologi tanaman

Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air maupun di dalam tanah melalui akar-akarnya. Proses penyerapan unsur-unsur kimia oleh eceng gondok dilakukan lewat membran sel, yaitu secara osmosis. Kation dari unsur kimia tersebut terdapat dalam molekul-molekul air dan kation di dalam molekul air ini dikelilingi oleh molekul-molekul air lainnya. Ion berdifusi sendiri ke membran-membran sel. Semakin banyak molekul air yang diserap oleh eceng gondok, berarti semakin banyak ion-ion kimia yang masuk ke dalam tumbuhan. Selain itu tanaman mampu mengakumulasi unsur-unsur yang melimpah sampai unsur terkecil (Ahmady, 1993; Rusmiyanto, 1998).

Serapan logam Zn pada bagian eceng gondok ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9: Serapan logam Zn oleh bagian tanaman eceng gondok. Konsentrasi logam Zn sebesar15 ppm dan waktu kontak 21 hari

Tanaman menyerap logam-logam yang larut dalam air melalui akar-akarnya. Di dalam akar tanaman melakukan perubahan pH oleh akar dan membentuk suatu zat khelat yang disebut fitosiderofor. Fitosiderofor yang terbentuk ini akan mengikat logam Zn dan membawanya ke dalam sel akar melalui transport aktif. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain yaitu batang dan daun. Dan untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tanaman mempunyai mekanisme detoksifikasi, dengan menimbun logam di dalam organ tertentu. Dari kurva tersebut lokalisasi logam terbesar pada bagian akar tanaman sebesar 162,042 ± 0,230µg/g. Hal ini disebabkan akar merupakan tempat pertama terjadinya penyerapan dan sel-sel akar tanaman mengandung ion dengan konsentrasi yang lebih tinggi daripada medium sekitarnya dan biasanya bermuatan negatif. Pada waktu kontak 21 hari logam sudah

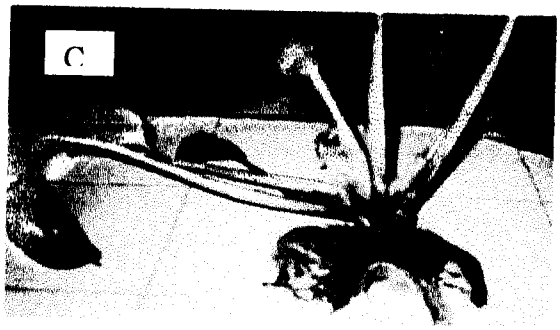
naik ke bagian batang, namun batang pada tanaman hanya berfungsi sebagai pembawa atau pendistribusi logam dari akar ke bagian daun sehingga serapan logam di bagian batang paling rendah yaitu sebesar 63,392 ± 0 μg/g. Akumulasi logam terbesar kedua adalah pada bagian daun sebesar 113,454 ± 0,134μg/g. Hal ini disebabkan pada transportasi makanan tujuan akhirnya adalah daun dan buah. Selain itu pada daun terjadi transpirasi sehingga air yang ada pada daun akan menguap tetapi logam akan tetap berada pada daun, sehingga dapat mempercepat akumulasi pada daun. Akumulasi logam Zn pada morfologi tanaman eceng gondok terjadi pada bagian akar, batang dan daun tanaman. Perjalanan logam pada morfologi tanaman tanpa ada pengaruh pH. Pada kenyataannya pH berpengaruh pada pembentukan kompleks logam, dengan adanya pH senyawa kompleks yang terbentuk makin stabil sehingga serapan logam oleh tanaman semakin besar.

5.5 Fitotoksin Logam Zn

Eceng gondok mampu menyerap logam berat lebih besar pada hari ke-14 dibandingkan pada hari ke-28, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan eceng gondok dalam menyerap logam berat terbatas. Karena semakin banyak ion logam menumpuk dalam jaringan tumbuhan semakin tinggi pula daya toksisitasnya sehingga mengganggu proses metabolisme yang dilakukan tumbuhan tersebut (Ahmady, 1993).

Tanaman dapat tumbuh dengan baik apabila persyaratan untuk pertumbuhannya tercukupi dengan baik. Indikator yang menunjukkan perkembangan dan pertumbuhan pada tanaman yaitu: akar tampak tumbuh dan berkembang dengan baik, berwarna putih sampai ungu, rambut-rambut akar panjang-panjang dan lebat. Lembaran daun berwarna hijau segar sampai hijau tua dan tidak layu. Batang berwarna hijau segar. Tanaman dapat berkembang dengan baik pada konsentrasi awal logam 15 ppm, waktu kontak logam dengan tanaman 14 hari dan pH media tanam pada pH 6, 7 dan 8. Tanaman yang subur dapat dilihat pada gambar 10 A, B dan C.





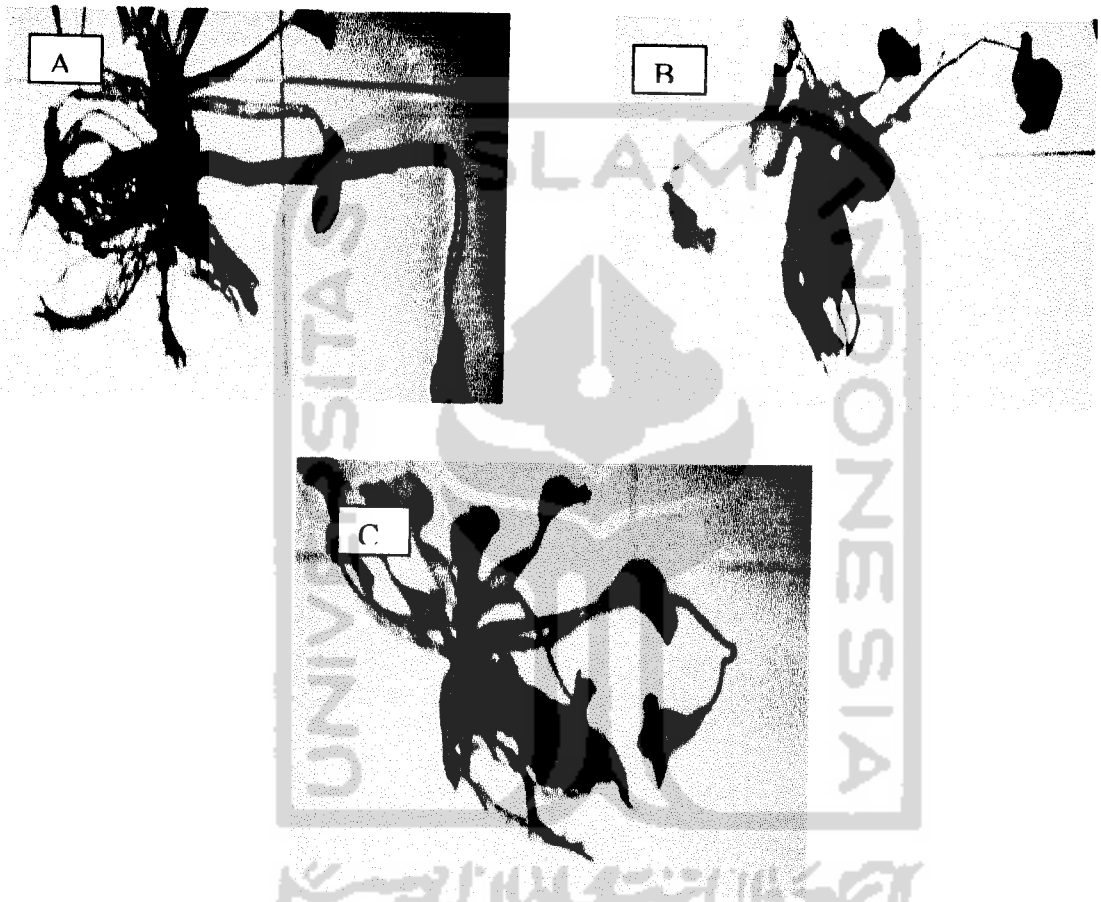
Pengaruh konsentrasi logam, waktu kontak dan pH media tanam pada tanaman eceng gondok:

A) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=6; B) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=7; C) [Zn] 15 ppm, t= 14 hari, pH=8

Tanaman yang subur dan sehat dapat mengalami kematian karena pengaruh media di sekitarnya. Tanaman eceng gondok yang mengalami gangguan morfologik dapat dilihat pada perbedaan morfologinya. Indikator yang menunjukkan toksisitas logam pada morfologi tanaman adalah:

1. Pada bagian akar tanaman, rambut akar terlihat jarang dan berwarna coklat kehitaman dan sebagian bulu-bulu akar rontok.
2. Pengaruh toksisitas dapat juga terlihat pada bagian batang yang berwarna hijau keputihan.
3. Pada bagian daun, terlihat dari warna daun hijau kecoklatan, daun yang berwarna hijau terlihat ujung-ujungnya pucat, gugur dan layu. Kuncup daun tidak dapat berkembang dengan baik dan akhirnya menggulung.
4. Tunas yang sudah dihasilkan sebelum penanaman terhenti pertumbuhannya (Ahmady, 1993).

Bulu akar yang rontok dan daun yang cepat layu, maka proses penyerapan zat hara dan kegiatan fotosintesis terganggu. Semakin lama kerusakan ini semakin meluas dan akhirnya menyebabkan tanaman mati sebelum hari ke-14. Tanaman yang mengalami keracunan ini dapat terlihat pada gambar 11 A, B dan C.



Pengaruh toksisitas logam Zn pada tanaman eceng gondok:
A) [Zn] 35 ppm, t = 6 hari, pH=5; B) [Zn] 35 ppm, t = 12 hari, pH=7; C) [Zn] 15 ppm, t = 14 hari, pH= 9.

Kondisi fitotoksin pada tanaman diakibatkan karena adanya pengaruh konsentrasi awal logam, waktu kontak logam dengan tanaman dan pH pada media tanam.

Konsentrasi logam Zn dan waktu kontak mempengaruhi fitotoksin logam. Konsentrasi logam Zn yang rendah yaitu 15 ppm tanaman tidak mengalami keracunan dan dapat tumbuh sampai hari ke-14. Tetapi pada konsentrasi logam yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada tanaman sehingga tanaman mengalami kematian pada hari ke-6, 12 dan 14. Hal ini disebabkan terkumpulnya logam tersebut dalam jaringan tumbuhan. Toksisitas logam akan semakin besar dengan besarnya keelektronegativitas logam. Dengan keelektronegativitas yang besar, aktifitas logam dengan gugus amino, imino dan sulfihidril semakin besar (Elizabeth, M.I., 1992). Sehingga logam Zn dapat mengadakan reaksi dengan tempat-tempat tertentu di dalam enzim dan dapat menghambat kerja enzim sehingga tanaman mengalami gangguan fisiologis. Dengan waktu kontak yang semakin lama, toksisitas logam pada tanaman semakin besar dan akhirnya tanaman mengalami kematian.

pH media tanam juga mempengaruhi toksisitas tanaman, pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman yaitu pH 6, 7 dan 8 dengan KH_2PO_4 sebagai buffer yang digunakan dalam media tanam. Pada gambar 11 A, B dan C tersebut menggunakan pH 5, 7 dan 9. Pada pH yang terlalu asam, pembentukan senyawa kompleks makin besar karena ion logam yang terdapat pada larutan juga semakin besar. Sebagai akibat peruraian dari ligan. Sedangkan pada pH yang terlalu tinggi senyawa kompleks sedikit terbentuk karena bereaksi dengan ion OH^-, selain itu pH buffer yang digunakan pada media tanam adalah buffer asetat. Ion asetat bukan nutrisi bagi tanaman sehingga tanaman mengalami kematian.

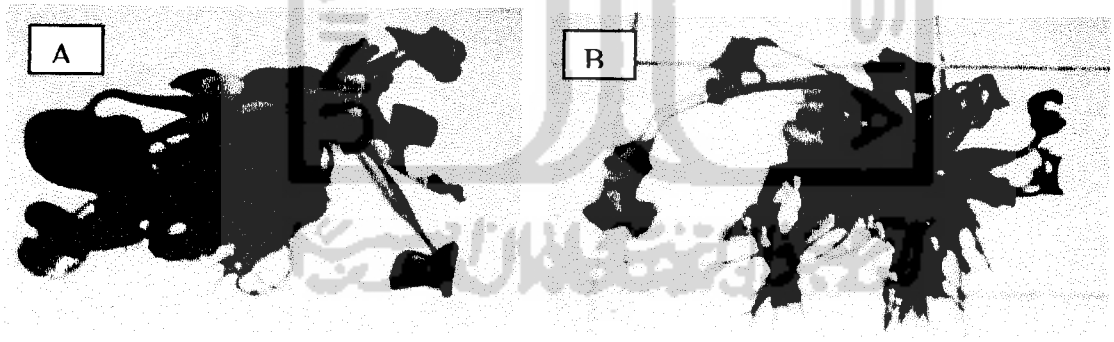
Dengan hadirnya logam Cu sebagai logam pesaing tanaman dapat tumbuh pada konsentrasi 15 ppm, waktu kontak logam dengan tanaman adalah 14 hari,

sedangkan pH media tanam adalah pH 7. Tanaman yang subur dengan hadirnya logam pesaing dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12: [Zn] dan [Cu] 15 ppm,
t = 14 hari, pH = 7

Toksisitas tanaman dengan senyawa logam lain terlihat pada gambar 13 A dan B sebagai berikut:



Toksisitas tanaman dengan kehadiran logam pesaing:
A) [Zn]15 ppm, t = 6 hari; B) [Zn] 35 ppm, t = 12 hari.

Pada gambar tersebut tanaman mengalami kematian dengan hadirnya logam Cu sebagai logam pesaing dengan konsentrasi 15 ppm dan konsentarsi 35 ppm pada waktu kontak 6 dan 14 hari. Logam Zn mengandung ion esensial sedangkan logam

Cu mengandung ion toksik. Ion esensial maupun ion toksik diabsorbsi oleh tanaman melalui akar-akarnya. Apabila terjadi ketidakseimbangan, tanaman menjadi tidak mampu mengambil ion esensial secara efisien. Karena terjadi kompetisi antara ion-ion esensial dengan ion toksik sehingga ion esensial menjadi toksik. Dan reaksi ini bersifat kompetitif, yaitu ion-ion berkompetisi untuk mengambil tempat pengambilan yang sama. Sehingga ion toksik menonaktifkan mekanisme ion esensial dan menyebabkan perusakan membran sehingga tanaman menjadi mati. Selain itu pada gambar 13 A dan B tidak menggunakan pH pada media tanam, pada kenyataanya pH berpengaruh pada pembentukan kompleks logam.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada data hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dalam bab terdahulu dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Konsentrasi awal logam dan waktu kontak logam dengan tanaman mempengaruhi penyerapan logam. Tanaman yang menghasilkan serapan logam optimum konsentrasi 15 ppm dengan waktu kontak 14 hari sebesar 158,33 ± 0,54μg/g.
2. pH media tanam mempengaruhi penyerapan logam oleh tanaman. pH media tanam yang menghasilkan serapan logam optimum pada pH 7 dengan serapan logam 550,15 ± 2,03 μg/g dengan waktu kontak 14 hari.
3. Dengan adanya logam Cu sebagai logam pengganggu serapan tanaman terhadap logam Zn turun yang menunjukkan adanya efek kompetitif (417,75 ± 0,94μg/g.
4. Konsentrasi logam Zn pada morfologi tanaman terdapat pada bagian akar, batang dan daun.

6.2 Saran

Untuk melengkapi penelitian ini perlu diteliti lebih lanjut mengenai:

1. Perlu diteliti lebih lanjut konsentrasi logam Zn pada air yang terdapat pada media tanam.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang kemampuan tanaman eceng gondok dalam menyerap zat-zat organik.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmady, D., 1993, *Efektivitas Penyerapan Merkuri dan Pengaruhnya Pada Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solm), Skripsi* Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada Jogyakarta.

Anonim, 2003, http://www.invasive.org/images/768X512/0002102.jpg diakses tanggal 24 Desember 2003.

Anonim, 2002 http://www.kompas.com/kompas-cetak/0307/02/inspirasi/404854.htm diakses tanggal 20 Desember 2003

Asiyatun, S., 1993, *Toksisitas Limbah Pabrik Baja Lapis Seng P.T Semarang Makmur, Semarang, Terhadap Ikan Tombro (Cyprus carpiol.) Dengan Perlakuan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes), skripsi,* Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

Carasek, E., Wick, Tonjes, J., Scharf, M., 2002 *A New Method of Microvolume Back-extraction Procedure for Enrichment of Pb and Cd andDetermination by flame Atomic Absorption Spectrometry,* Talanta 56 (2002) 185-191

Eriyawan, 2001 http://www.terranet.or.id/goto-berita.php?id=3241 diakses tanggal 3 januari 2004.

Elizabeth, M.I., 1992, *Penyerapan Logam Kromium dalam Limbah Pabrik Kulit P.T Sinar Obor Yogyakarta Oleh Eceng Gondok, skripsi,* Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Farida, 1986, *Peranan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart)Solm) Dalam Pembersih Air Limbah Unit Pulp dan Soda Pabrik Kertas P.N. Blabak Magelang dan Perubahan Anatominya Setelah Perlakuan, Skripsi,* Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada Jogyakarta.

Firdaus, 2002 http://www.geocities.com/selingsing/Fitoremediasi/02.htm diakses tanggal 25 Desember 2003.

Hasim, 2002 http : //www.Kompas.com/kompas-cetak/0307/02/inspirasi/404854.htm diakses tanggal 2 juli 2003.

Jasmidi, 1998, *Bisorpsi Timbal (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Saccharomyces, Tesis*, Program Pascasarjana, Universitas Gajah Mada , Jogyakarta.

Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI press, Jakarta.

Lawrence, G.H.M., 1958. *Taxonomi of Vascular Plant.* The Macmilan Co., New York.

Mawardi, 1997, *Biosorpsi Timbal oleh Biomassa Saccharomyces Cerevisiae, Tesis,* Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

Mudasir, 2003, *Hand out pelatihan instrumentasi Kimia (AAS)* Fakultas Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Pecsok, S. L., dan Robert, 1976, *Modern Method of Chemical Analysis*, Second Edition, John Willey and Sons, New York.

Priyanto, B. dkk, 2004 http://. Ltl, bppt. Com/sublab/floral.htm diakses tanggal 1 Agustus 2004

Rini, D.S., 2001 http://www.ecoton.or.id/ Tulisan lengkap. Php? Id=1300 diakses .tanggal 1 Agustus 2004.

Robinson and Stokes, 1968, *Electrolyte solutions, The measurement and interpretation of conductance, cemical potential, and diffusion in solution of simple electrolytes*, 2nd ed., rev. London, Butterworths.

Rusmiyanto, E., 1998, *Pemanfaatan eceng gondok (Eicchornia crassipes (Mart). Solm) dalam perbaikan kualitas limbah cair RSUD DR Sardjito Yogyakarta, Skripsi*, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

Sastre, J., Sahuquilo, A., Rauret, G.M, 2002, *Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in Environmental Samples: Microwave-assisted Total Digestion Versus Aqua Regia and Acid Nitric Extraction*, Analytica Chemica, Acta 462 (2002) 59-72.

Santiago, C.M., Jr 1973 *The different factor affecting the growth of Eichhornia crassipes (Mart). Solm)*, Proc 2nd Indonesia Weed Science Conferent Yogyakarta in press.

Setyaningsih S.V., 2003, *Kajian Interferensi Beberapa logam Pada Analisis Ni dan Pd Dalam Katalis Hidrogen Secara AAS Dengan Destruksi Menggunakan HNO_3-HF, Skripsi,* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

Sibilia, J. P., 1996, *A Guide To Materials Characterization And Chemical Analysis,* Second Edition, VCH Publishers inc., New York.

Skoog, A., Douglas, West, M., Donald, 1980, *Principle of Instrumental Analysis*, Second Edition, Holt-Saunders, Tokyo, pp162-164, 210-211.

Sutanto, G., 2002 *Studi Banding Tiga Metode Dekomposisi Kimia Material Biologi Menggunakan Data Metoda Spektroskopi Serapan Atom Nyala pada Penentuan Unsur Fe Total dan Zn Dalam Material Standar DORM-2,*

Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

Tresna, S., 2000, *Pencemaran Lingkungan* Penerbit Rineka Cipta.

Tjitrosoedirdjo, S.S. Sastroutomo. 1985. *The Potential Uptake of Lead and Cadmium by Waterhyacint (Eichhornia Crassipes)* Workshop on the Ecology and Manajement of Aquatic weed SEAMEO-BIOTROP Bogor Indonesia.

Wisnu, A.W., 1995 *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Andi Yogyakarta.

Widiyanto, L.S. 1981. *Eceng Gondok Sebagai Penyerap Air*, Troppical Pest Biologi Program.SEAMEO-BIOTROP, Bogor Indonesia hal 64-69.

Wolvertoon, B.C and R.C.Mc Donald 1975. *Waterhyacinth and Alligator Weed For Removal of Lead and Mercury From Polluted Waters.* NASA Tech, Memerandum TM-X-72723.

Yuliawati, E. P., 1995, *Pengaruh Limbah Pabrik Cat Sebelum dan Setelah Perlakuan Dengan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart). Solm) Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.), Skripsi,* Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Zamzam, D, 1990, *Penanggulangan Pencemaran Logam Berat Chromium Dengan Menggunakan Eceng Gondok (Eicchornia crassipes (Mart.) Solm.), skripsi,* Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Jogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

1.1 Pembuatan Larutan Buffer Phosphat untuk setiap Liter larutan

100 ml 0,1 M KH_2PO_4 + NaOH 0,1M

Pembuatan 100 ml 0,1 KH_2PO_4

$0,1M = 0,1 \text{ mol/L} = 0,1 \frac{\text{g/mr}}{\text{L}}$

$= 0,1 \frac{\text{g/136}}{\text{L}}$

$= 13,6 \text{ g/L} = 1,36 \text{ g/100 ml}$

Pembuatan NaOH 0,1M

M = mol/L

0,1= mol/0,2 L

mol = 0,02 ⟶ mol = g/mr

0,02 = g/40

=0,8 g

0,8 g NaOH dimasukkan dalam labu takar 200 ml kemudian ditambahkan aquadest sampai 200 ml.

pH larutan	Volume NaOH (ml)
6	11,2
7	58,2
8	93,4

Pembuatan larutan induk Zn 1000 ppm untuk masing-masing konsentrasi.

- **Perhitungan volume HNO_3 pekat untuk melarutkan logam Zn**

HNO_3 65% sebanya satu liter dengan bj = 1,40 g/ml

Bj = berat / volume ⟶ Berat = bj x volume

= 1,40 g/ml x 1000 ml

= 1400 g

massa zat terlarut = % massa x massa larutan

= 65 % x 1400 g

= 910g

M = mol/L ⟶ mol = g / BM

= 910 / 63 = 14,44 mol

M = 14,44 mol / 1L = 14,44 M

HNO_3 14,44 M diencerkan menjadi 0,1 M

M1 x V1 = M2 x V2

14,44 x V1 = 0,1 x 1

$V1 = 6{,}92 . 10^{-3} L$

V1 = 6,92 ml

Ditimbang 1g serbuk Zn kemudian dimasukkan dalam labu ukur 1000 ml dan dilarutkan dengan 6,92 HNO_3 pekat. Kemudian ditambahkan aquadest sampai batas.

- Perhitungan pengambilan logam $Zn(NO_3)_2$ untuk konsentrasi 15 ppm dan konsentrasi 35 ppm

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

Untuk konsentrasi 15 ppm:

M1 x V1 = M2 x V2

1000 x V1= 15 x 2000

V1= 30 ml

Untuk konsentrasi 35 ppm:

M1 x V1 = M2 x V2

1Q00 x V1= 35 x 2000

V1= 70 ml

Diambil 30 ml dan 70 ml air dari masing-masing ember, kemudian diganti dengan 30 dan 70 ml larutan $Zn(NO_3)_2$ sesuai dengan konsentrasi 15 ppm dan 35 ppm.

1.2 Optimasi alat Spektrofotometer Serapan Atom untuk logam Zn dan Cu

Logam Zn → λ = 213,9

Laju alir asetilen = 1,5 L/menit

Laju alir tekan = 3 L/menit

Slit = 1,2

Arus HCL = 10 mA

Logam Cu → λ = 324,8

Laju alir asetilen = 2 L/menit

Laju alir tekan = 3 L/menit

Slit = 1,2

Arus HCL = 12 mA

1.4 Perhitungan pembuatan larutan standar Zn

Spektrosol 1000 ppm dalam 1000 ml

Akan diturunkan menjadi 100 ppm dalam labu ukur 50 ml maka:

V1x M1 = V2 x M2

V1x 1000 = 50 x 100 ppm

=5 ml

Standard 100 ppm dibuat menjadi 0,1; 0,5; 1; 1,5; 2 ppm dalam labu ukur 100 ml.

A. V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 100 ppm = 100 ml x 0,1 ppm

V1 = 0,1 ml

B. V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 100 ppm = 100 ml x 0,5 ppm

V1 = 0,5 ml

C. V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 100 ppm = 100 ml x 1 ppm

V1 = 1 ml

D. V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 100 ppm = 100 ml x 1,5 ppm

V1 = 1,5 ml

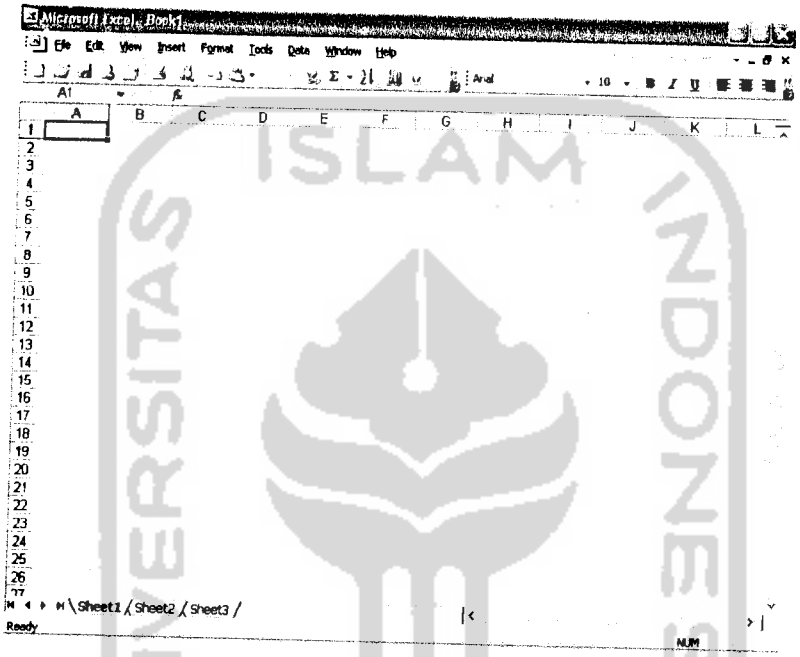
E. V1 x M1 = V2 x M2

V1 x 100 ppm = 100 ml x 2 ppm

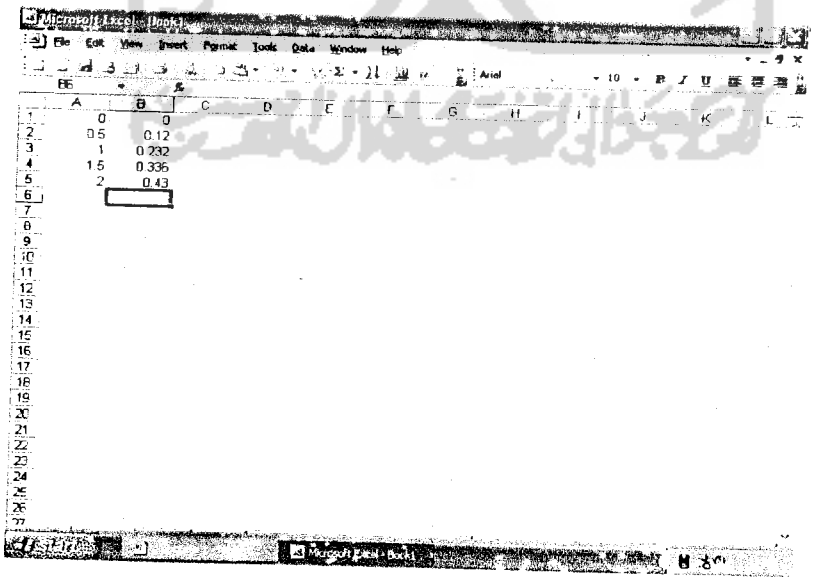
V1 = 2 ml

Lampiran 2:Mencari persamaan Regresi Linear dengan Microsoft Excel spreadsheet

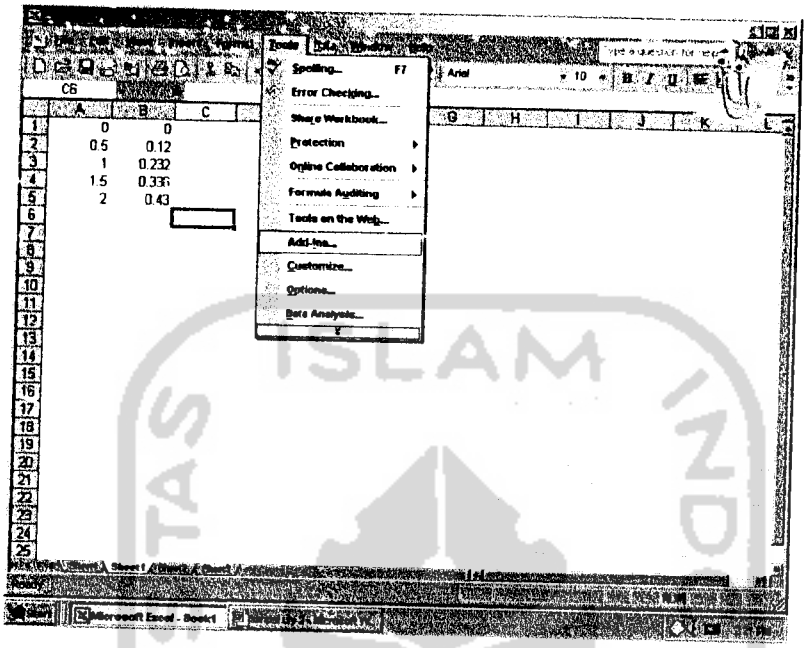
1. Membuka lembar kerja exel



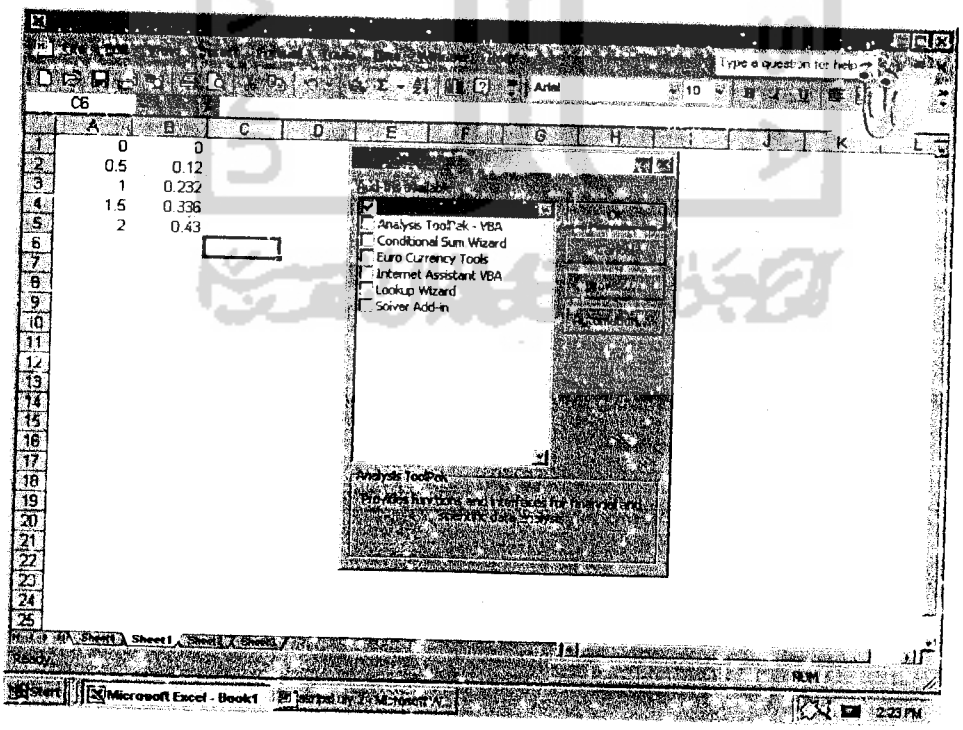
2. Memasukkan angka yang diinginkan



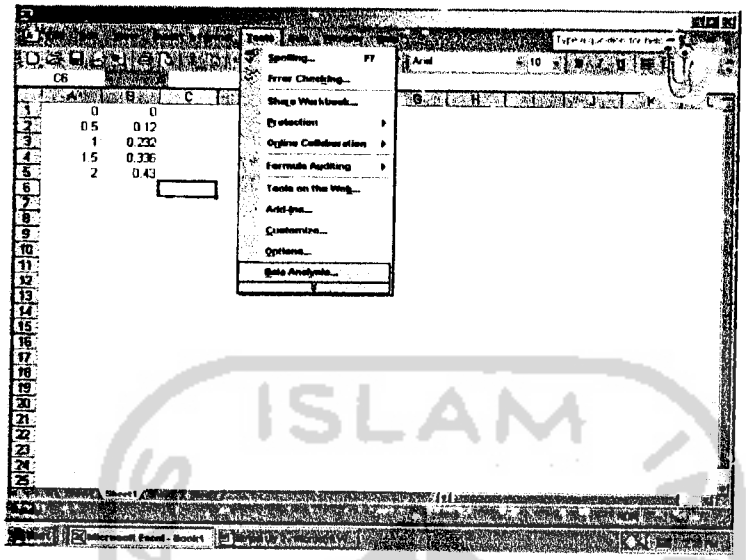
3. Membuka menu tools kemudian pilih add ins pada dialing book



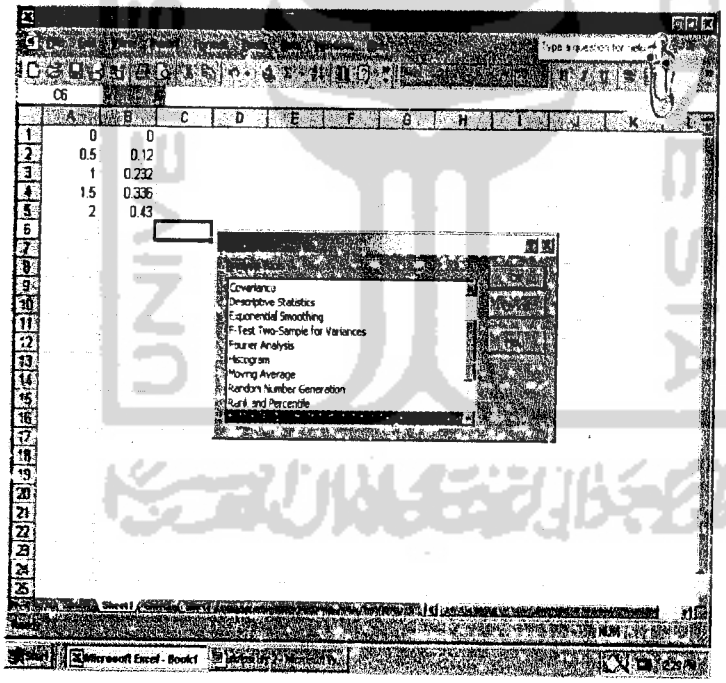
4 Memilih Analysis toolPak kemudian klik ok



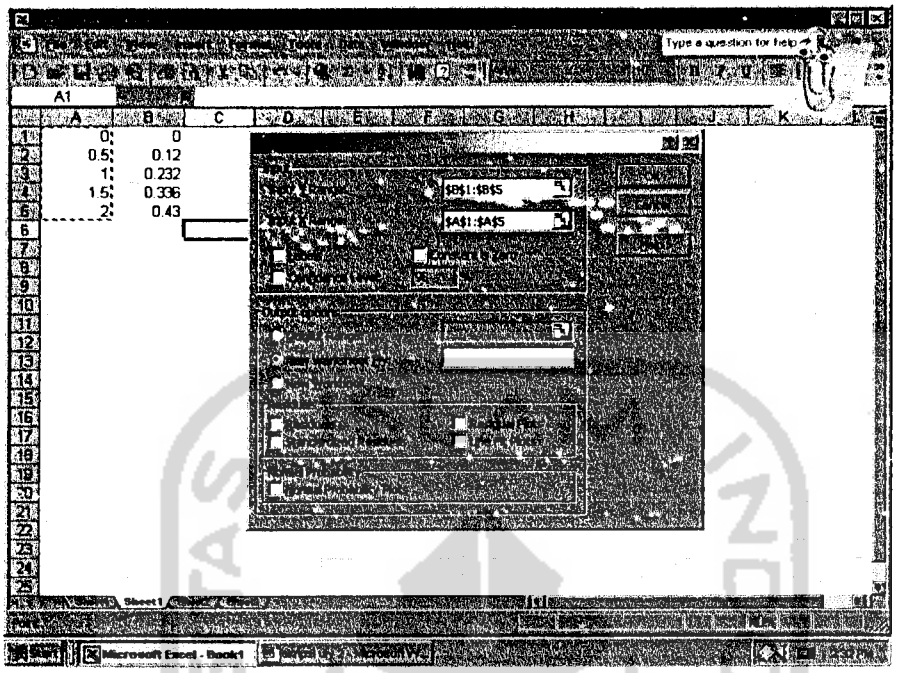
5. Membuka menu tools kembali dan memilih data analysis



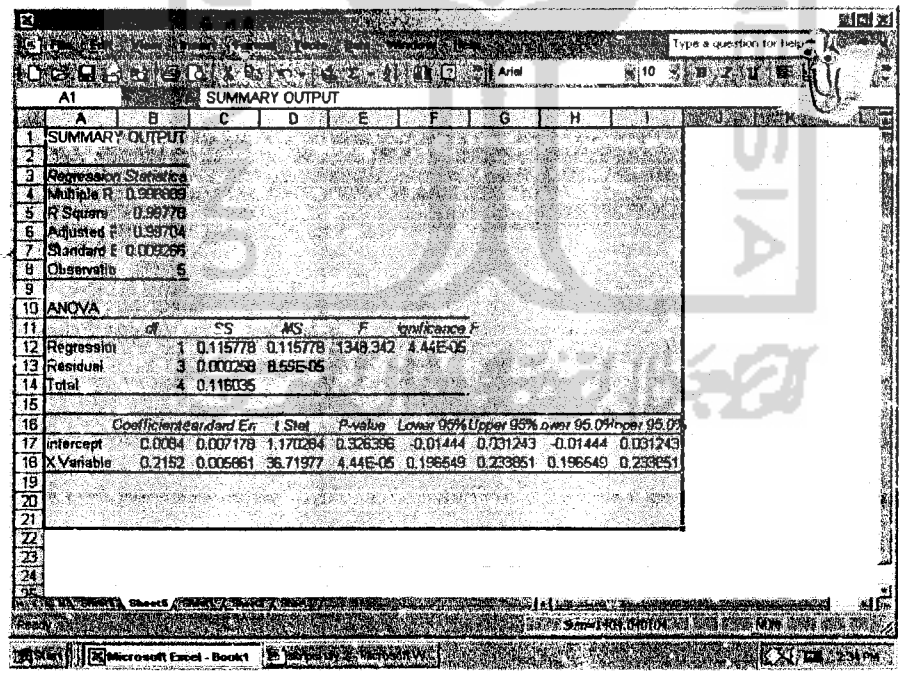
6. Memilih Regressi pada dialing book Data Analysis kemudian klik ok



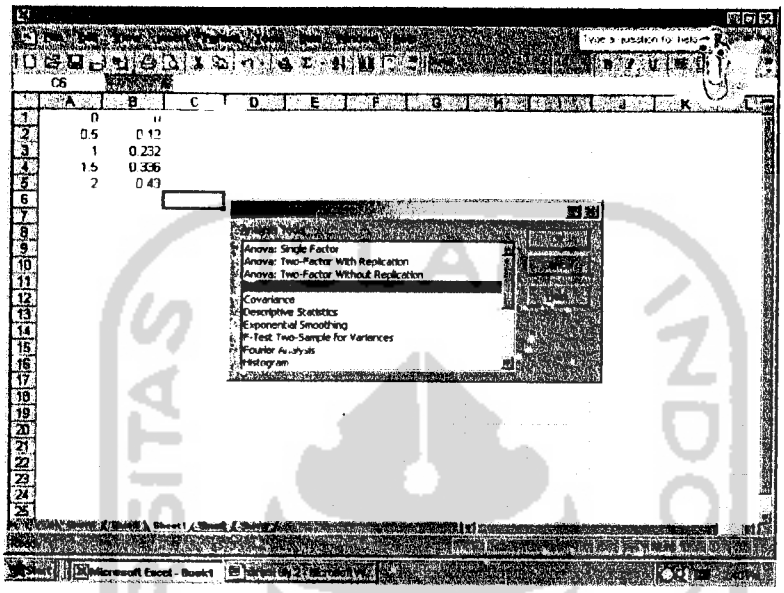
7. Memasukkan data X dan Y pada input data kemudian klik ok



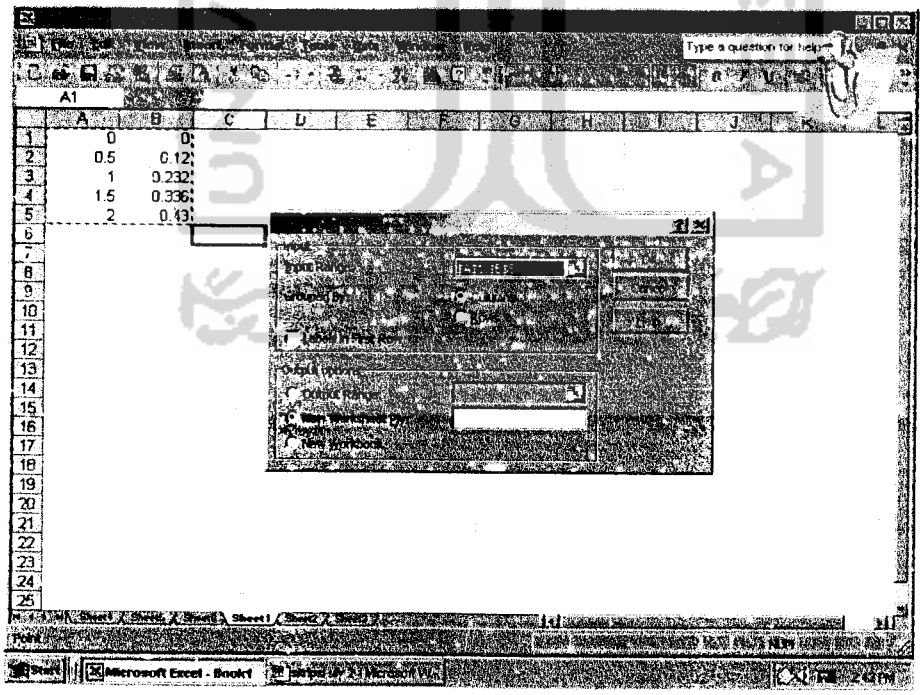
8. Akan muncul data hasil analysis



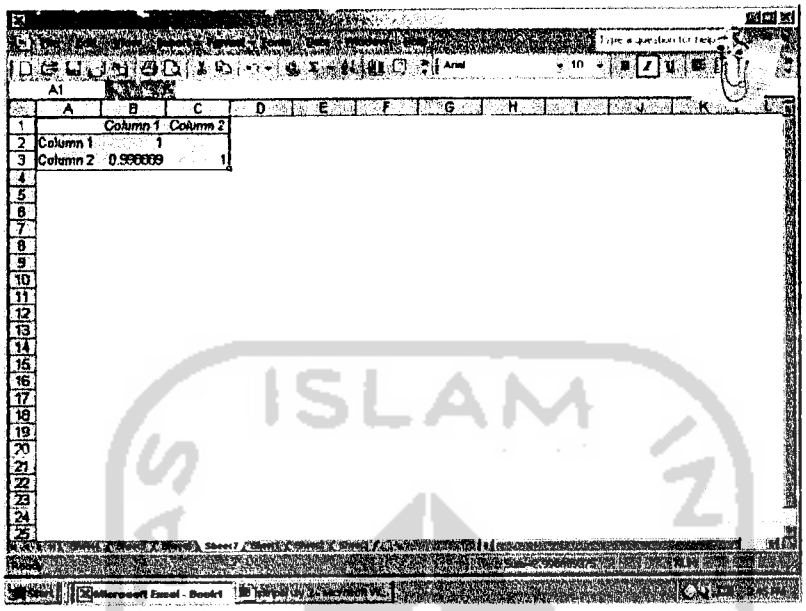
9. Untuk mencari korelasi data, lakukan langkah-langkah seperti diatas dari nomor 1 sampai 6. Kemudian pilih Korelasi pada dialing book Data Analysis setelah itu klik ok



10. Mengisi input data pada dialing book korelasi setelah itu klik ok



11. Akan muncul nilai hasil korelasi data analisis



	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.996609	1

Lampiran 3

Kadar unsur dalam cuplikan dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar unsur} = \frac{\text{C regresi x volume}}{\text{g}}$$

Dimana : C regresi = konsentrasi rata-rata unsur yang diperoreh dari kurva kalibrasi

Volume = volume larutan sampel (ml)

g = Berat sampel

% kadar logam dalam tanaman:

$$= \frac{\text{kadar unsur}}{\text{konsentrasi (ppm)}} \times 100\ \%$$

contoh: Hasil pengukuran = $\frac{27{,}007 + 27{,}100 + 26{,}914}{3}$

= 27,007µg/ml ± 0,230

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 27,007 x 60

= 1620,42 µg

Kadar dalam akar = 1620,42µg / 10 g

= 162,042µg/g

Konsentrasi logam Zn dalam media tanam:

- Konsentrasi 15 ppm = 15 µg/ml (dalam 2 L)

  = 15 µg / ml x 2000 ml

  = 30 000 µg

- Konsentrasi 35 ppm = 35 µg/ml (dalam 2 L)

  = 35 µg / ml x 2000 ml

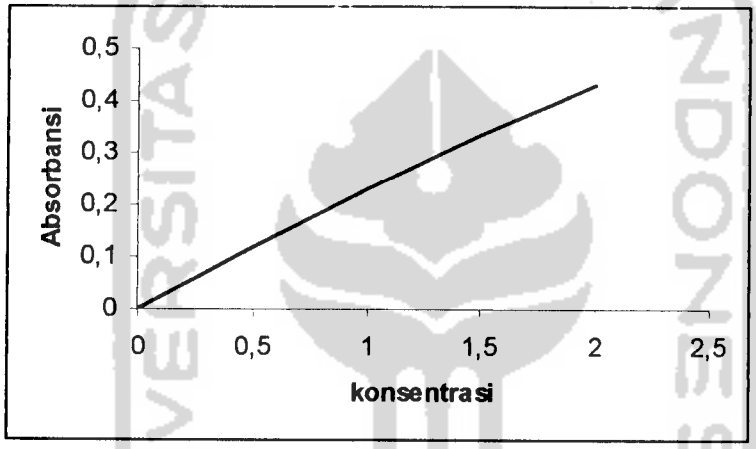
  = 70 000 µg

Lampiran 4: Perhitungan kadar logam untuk tiap variabel

4.1 Perhitungan kadar logam Zn untuk variabel Konsentrasi awal logam

Tabel 2. Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi

konsentrasi	absorbansi	Keterangan
0	0,000	r (correl) = 0,99888
0,5	0,120	a (intercept) = 0,0084
1,0	0,232	b(slope) = 0,2152
1,5	0,336	
2,0	0,430	



Gambar 14: Kurva standar Zn untuk penentuan konsentrasi awal logam

Sehingga diperoleh persamaan kurva standar untuk logam Zn:

$Y = bX + a$

$Y = 0,2152\ X + 0,0084$

4.1.1 Kadar logam Zn pada konsentrasi awal logam

Tabel 3: Hasil pengukuran logam Zn pada variabel konsentrasi awal logam menggunakan destruksi basah

Sampel Akar Tanaman	Pengukuran		
	I	II	III
Blanko	1,843	1,838	1,866
15 ppm 7 hari	9,229	9,414	9,507
15 ppm 14 hari	26,264	26,264	26,636
15 ppm 21 hari	27,007	27,100	26,914
35 ppm 7 hari	11,301	11,394	11,301
35 ppm 14 hari	16,506	16,506	16,599
35 ppm 21 hari	17,435	16,970	17,528

a. Untuk akar tanaman Blanko

Hasil pengukuran $= \frac{1,843 + 1,838 + 1,866}{3}$

$= 1,849\ \mu g/ml \pm 0,037$

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel $= 1,849 \times 60$

$= 110,94\ \mu g$

Kadar dalam akar $= 110,94\ \mu g / 10\ g$

$= 11,094\ \mu g/g$ berat basah

b. Untuk akar konsentrasi 15 ppm waktu kontak 7 hari

Hasil pengukuran = $\frac{9,229 + 9,414 + 9,507}{3}$

= 9,383 µg/ml ± 0,350

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 9,383 x 60

= 562,98 µg

Kadar dalam akar = 562,98µg / 10 g

= 56,298 µg/g berat basah

c. Untuk akar konsentrasi 15 ppm waktu kontak 14 hari

Hasil pengukuran = $\frac{26,264 + 26,264 + 26,636}{3}$

= 26,388 µg/ml ± 0,534

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 26,388 x 60

= 1583,28 µg

Kadar dalam akar = 1583,28µg / 10 g

= 158,328 µg/g berat basah

d. Untuk akar konsentrasi 15 ppm waktu kontak 21 hari

Hasil pengukuran = $\frac{27,007 + 27,100 + 26,914}{3}$

= 27,007µg/ml ± 0,230

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 27,007 x 60

= 1620,42 µg

Kadar dalam akar = 1620,42µg / 10 g

= 162,042 µg/g berat basah

e. Untuk akar konsentrasi 35 ppm waktu kontak 7 hari

Hasil pengukuran = $\frac{11,301 + 11,394 + 11,301}{3}$

= 11,332 µg/ml ± 0,134

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 11,332 x 60

= 679,92 µg

Kadar dalam akar = 679,92µg / 10 g

= 67,992 µg/g berat basah

f. Untuk akar konsentrasi 35 ppm waktu kontak 14 hari

Hasil pengukuran = $\frac{16,506 + 16,506 + 16,599}{3}$

= 16,537 µg/ml ± 0,134

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 16,537 x 60

= 992,22 µg

Kadar dalam akar = 992,22µg / 10 g

= 99,222 µg/g berat basah

g. Untuk akar konsentrasi 35 ppm waktu kontak 21 hari

Hasil pengukuran = $\frac{17,435 + 16,970 + 17,528}{3}$

= 17,311 µg/ml ± 0,742

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 17,311 x 60

= 1038,66µg

Kadar dalam akar = 1038,66µg / 10 g

= 103,866 µg/g berat basah

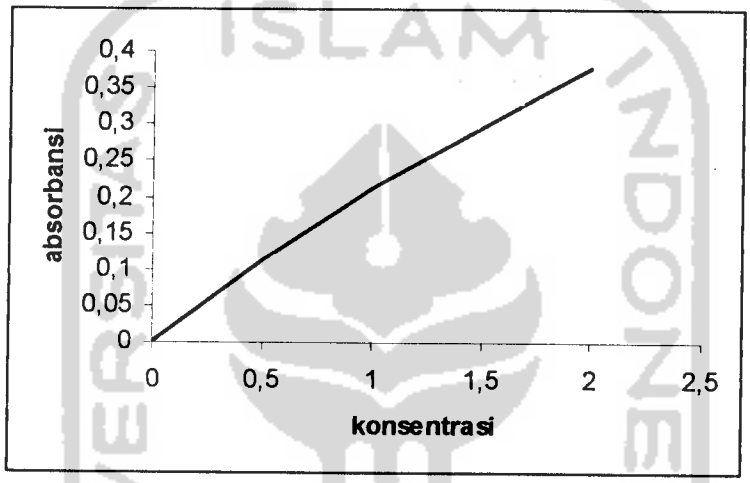
Tabel 4: Hasil serapan logam Zn pada variabel konsentrasi awal logam

Konsentrasi (ppm)	Waktu kontak		
	7	14	21
15	45,204	147,234	150,948
35	56,898	88,128	92,772

4.2 Perhitungan kadar logam Zn untuk variabel pH media tanam

Tabel 5. Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi

konsentrasi	absorbansi	Keterangan
0	0,000	r (correl) = 0,9971588
0,5	0,112	a (intercept) = 0,0118
1,0	0,212	b(slope) = 0,1868
2,0	0,377	



Gambar 15: Kurva standar Zn untuk penentuan pH media tanam

Sehingga diperoleh persamaan kurva standar untuk logam Zn

$Y = mX + C$

$Y = 0,1868\ X + 0,0118$

4.2.1 Penentuan konsentrasi logam Zn pada variasi pH media tanam

Tabel 6: Hasil pengukuran logam Zn pada variabel pH media tanam menggunakan destruksi basah

Sampel Akar Tanaman	Pengukuran		
	I	II	III
pH 6	91,649	91,113	86,296
pH 7	110,921	109,850	109,315
pH 8	103,961	100,214	102,891

a. Untuk akar konsentrasi 15 ppm pH 6 waktu kontak 14 hari

Hasil pengukuran = $\frac{91,649 + 91,113 + 86,296}{3}$

= 86,686 µg/ml ± 7,32

Kandungan Zn dalam 50 ml sampel = 86,686 x 50

= 4484,3µg

Kadar dalam akar = 4484,3 µg / 10 g

= 448,43 µg/g berat basah

b. Untuk akar konsentrasi 15 ppm pH 7 waktu kontak 14 hari

Hasil pengukuran = $\frac{110,921 + 109,850 + 109,315}{3}$

= 110,029 µg/ml ± 2,028

Kandungan Zn dalam 50 ml sampel = 110,029 x 50

= 5501,45µg

Kadar dalam akar = 5501,45 µg / 10 g

= 550,145 µg/g berat basah

c. Untuk akar konsentrasi 15 ppm pH 8 waktu kontak 14 hari

Hasil pengukuran = $\frac{103,961 + 100,214 + 102,891}{3}$

= 102,355 µg/ml ± 4,79

Kandungan Zn dalam 50 ml sampel = 102,355 x 50

= 5117,75µg

Kadar dalam akar = 5117,75 µg / 10 g

= 511,775 µg/g berat basah

Tabel 7: Serapan logam Zn pada pH media tanam

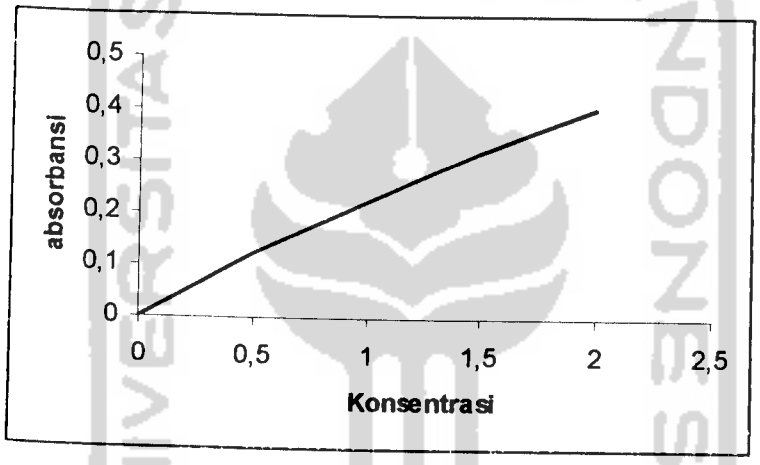
pH tanaman / Konsentrasi	6	7	8
15 ppm	448,43	550,145	511,775

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FMIPA

4.5 Perhitungan kadar logam untuk variabel pengaruh antar logam

Tabel 8. Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi logam Zn	absorbansi	Keterangan
0	0,000	r (correl) = 0,9934
0,5	0,123	a (intercept) = 0,2002
1,0	0,225	b(slope) = 0,0136
1,5	0,318	
2,0	0,403	



Gambar 16: Kurva standar logam Zn untuk penentuan pengaruh antar senyawa logam

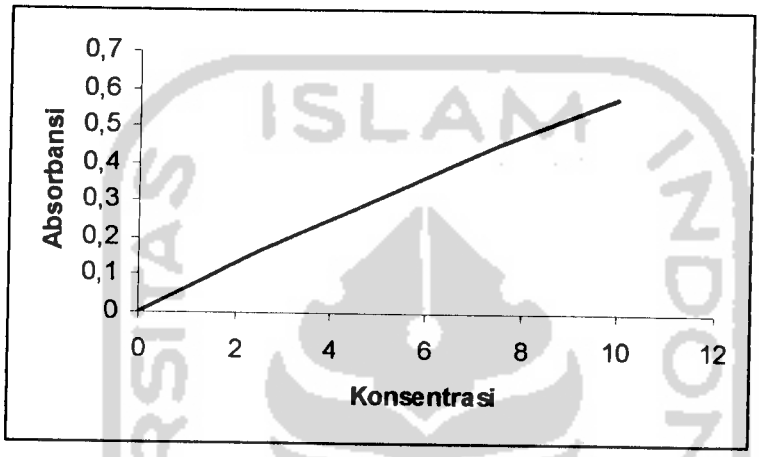
Sehingga diperoleh persamaan kurva standar untuk logam Zn:

Y = bX + a

Y = 0,2002X + 0,0136

Tabel 9. Absorbansi larutan standar Cu pada berbagai konsentrasi

konsentrasi	absorbansi	Keterangan
0	0,000	r (correl) = 0,99863
2,5	0,169	a (intercept) = 0,014
5,0	0,308	b(slope) = 0,05736
7,5	0,451	
10,0	0,576	



Gambar 17: Kurva standar logam Cu untuk penentuan pengaruh antar senyawa logam

Sehingga diperoleh persamaan kurva standar untuk logam Cu:

$Y = bX + a$

$Y = 0,05736\ X + 0,014$

4.3.1 Penentuan konsentrasi logam Zn pada variabel pengaruh antar logam

Tabel 10: Hasil pengukuran logam Zn pada variabel pengaruh antar senyawa logam menggunakan destruksi basah

Sampel Akar Tanaman	Pengukuran		
	I	II	III
Logam Zn	83,467	83,217	83,966
Logam Cu	67,428	67,428	69,609

a. Untuk logam Zn dalam akar tanaman

Hasil pengukuran = $\frac{83,467 + 83,217 + 83,966}{3}$

= 83,55 µg/ml ± 0,943

Kandungan Zn dalam 50 ml sampel = 83,55 x 50

= 4177,5 µg

Kadar dalam akar = 4177,5 µg / 10 g

= 417,75 µg/g berat basah

b. Untuk logam Cu dalam akar tanaman

Hasil pengukuran = $\frac{67,428 + 67,428 + 69,609}{3}$

= 68,155 µg/ml ± 3,21

Kandungan Zn dalam 50 ml sampel = 68,155 x 50

= 3407,75 µg

Kadar dalam akar = 3407,75 µg / 10 g

= 340,775 µg/g berat basah

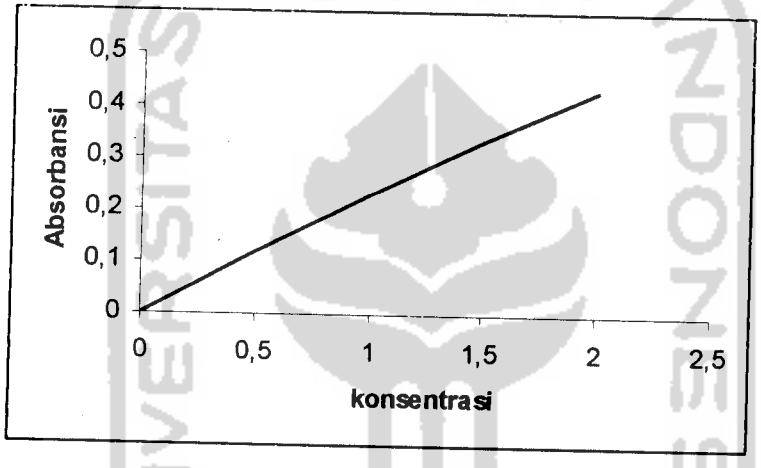
Tabel 11: Hasil serapan logam pada variabel pengaruh antar logam

Logam	Serapan logam dalam akar (µg/g)
Zn	417,75
Cu	340,775

4.4 Kadar logam pada variabel akumulasi logam pada morfologi tanaman

Tabel 12.Absorbansi larutan standar Zn pada berbagai konsentrasi

konsentrasi	absorbansi	Keterangan
0	0,000	r (correl) = 0,99888
0,5	0,120	a (intercept) = 0,0084
1,0	0,232	b(slope) = 0,2152
1,5	0,336	
2,0	0,430	



Gambar 18: Kurva standar Zn untuk penentuan Akumulasi logam pada morfologi tanaman

Sehingga diperoleh persamaan kurva standar untuk logam Zn:

$Y = bX + a$

$Y = 0,2152\ X + 0,0084$

4.4.1 Kadar logam Zn pada variabel akumulasi logam pada morfologi tanaman

Tabel 13: hasil pengikuran logam Zn pada morfologi tanaman menggunakan destruksi basah

Morfologi Tanaman	Pengukuran		
	I	II	III
Akar	17,435	16,970	17,528
Batang	27,565	27,565	27,565
Daun	17,900	17,900	17,807

Perhitungan Kadar logam Zn pada bagian tanaman

a. Untuk kadar pada akar

Hasil pengukuran = $\frac{27,007 + 27,100 + 26,914}{3}$

= 27,007µg/ml ± 0,230

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 27,007 x 60

= 1620,42 µg

Kadar dalam akar = 1620,42µg / 10 g

= 162,042 µg/g berat basah

b. Untuk kadar pada Batang

Hasil pengukuran = $\frac{27,565 + 27,565 + 27,565}{3}$

= 27,565 µg/ml ± 0

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 27,565x 60

= 1653,9µg

Kadar dalam batang = 1653,9 µg / 26,09g

= 63,392 µg/g berat basah

c. Untuk kadar pada Daun

Hasil pengukuran = $\frac{17,900+17,900+17,807}{3}$

= 17,869 µg/ml ± 0,134

Kandungan Zn dalam 60 ml sampel = 17,869 x 60

= 1072,14 µg

Kadar dalam daun = 1072,14µg / 9,45g

= 113,454 µg/g berat basah

Tabel 14. Akumulasi logam pada morfologi tanaman

Bagian tanaman / waktu pengamatan	Akar	Batang	Daun
21 hari	162,042 µg/g	63,392 µg/g	113,454 µg/g

Lampiran 5: Ketelitian analisis

Standar deviasi pengukuran serapan logam Zn

SD = X ± t. Sd / √n