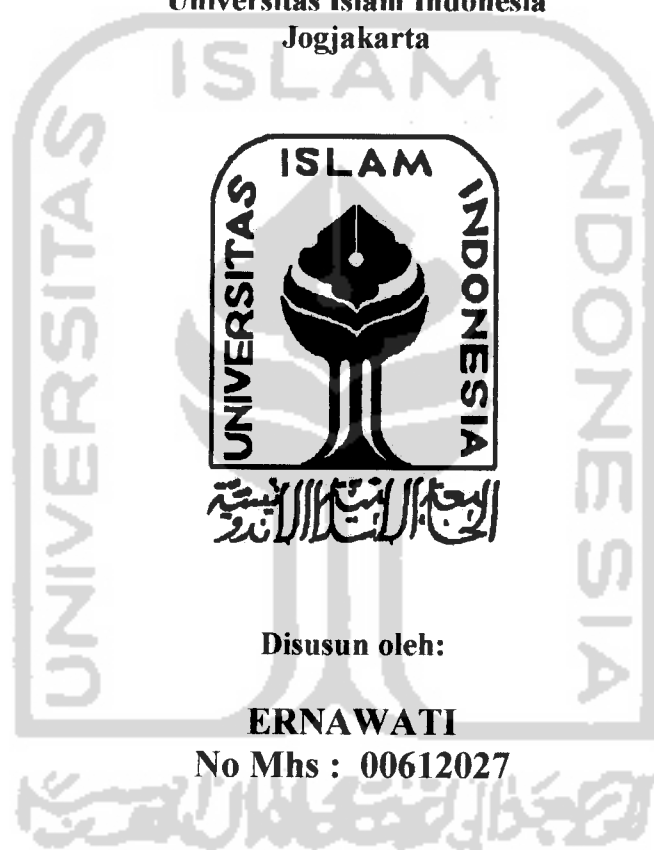


**PENGARUH PEMBERIAN $Pb(NO_3)_2$ PADA TANAH TERHADAP
KANDUNGAN Pb TERSEBUT PADA AKAR, BATANG, DAUN
DAN BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*. Mill)**

SKRIPSI

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



Disusun oleh:

ERNAWATI

No Mhs : 00612027

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

**PENGARUH PEMBERIAN $Pb(NO_3)_2$ PADA TANAH TERHADAP
KANDUNGAN Pb TERSEBUT PADA AKAR, BATANG, DAUN
DAN BUAH TOMAT
(*Lycopersicon esculentum*. Mill)**

oleh :

**ERNAWATI
No Mhs : 00612027**

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

Tanggal : 31 Agustus 2004

Dewan Penguji

1. Riyanto, M.Si.
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si.
3. Drs. Allwar, M.Sc.
4. Is Fatimah, M.Si.

Tanda tangan



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



(Jaka Nugraha, M.Si.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan setulus hati ku persembahkan karya yang sederhana ini kepada :

- Allah SWT tiada daya dan upaya tanpa pertolongan-Mu.
- Ibunda dan Almarhum Ayahnda tercinta.

Terima kasih atas Do'a Restu dan kasih sayang yang tiada batasnya, serta semua pengorbanan yang telah kalian berikan kepada ananda yang tak mungkin terbalaskan.

- Kakak-kakakku tersayang ...

Dari kalianlah tumbuh semangat dan cinta kasih yang abadi.



MOTTO

IMAN ORANG PERCAYA

Jika kamu fikir kamu kalah maka kamu kalah
Jika kamu fikir kamu tidak berani maka kamu tidak berani
Jika kamu ingin menang, tetapi kamu fikir kamu tidak menang
Hampir dipastikan kamu tidak akan menang

Karena disegala penjuru dunia ini...

Kita menemukan keberhasilan dimulai dengan iman

Semua itu ada dalam alam fikiran kita

Keberhasilan hidup tidak selalu dialami
oleh orang-orang yang kuat dan cakap

Tetapi, oleh orang-orang yang percaya kepada Allah

dan yang selalu berfikir

“ SAYA BISA ”

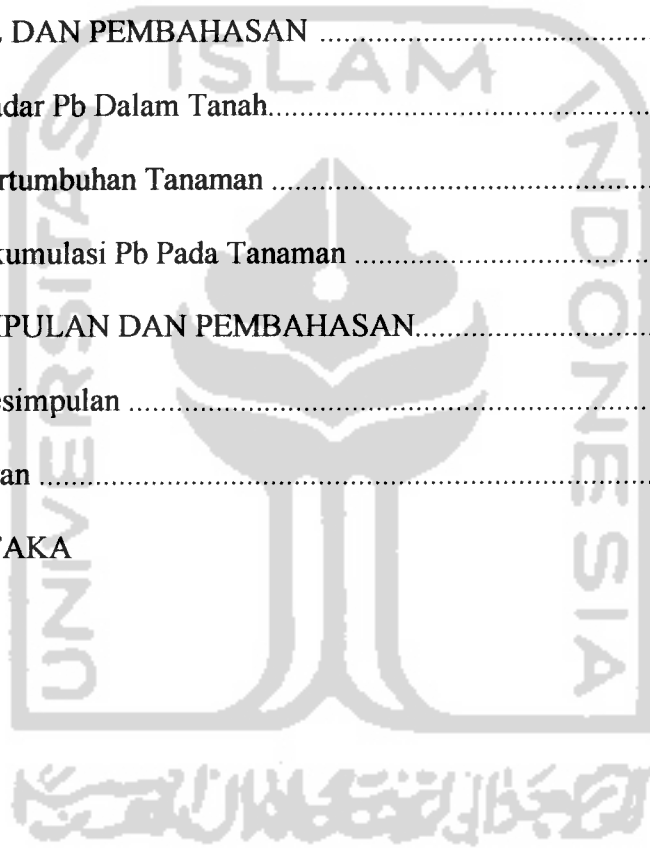
Suksesnya suatu perjuangan bukanlah kemenangan
melainkan kesetiaan untuk berjuang sampai batas akhir,
karena hakekatnya perjuangan belum berakhir dan takkan
berakhir sebelum diri kita sendiri berakhir.....

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
DAFTAR ISI	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III DASAR TEORI	7
3.1 Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> .Mill)	7
3.1.1 Klasifikasi	7
3.1.2 Kandungan Kimia Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> .Mill) .	8
3.1.3 Kegunaan Buah Tomat (<i>Lycopersicon esculentum</i> .Mill).....	8

3.1.4 Jenis-jenis Tomat	9
3.2 Pertumbuhan	10
3.2.1 Pengertian Pertumbuhan	10
3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan	10
3.2.2.1 Faktor Luar	11
3.2.2.2 Faktor Dalam	13
3.3 Logam Berat	13
3.4 Logam Berat Pb	14
3.5 Absorpsi Pb	16
3.6 Toksisitas Pb	16
3.7 Spektroskopi Serapan Atom (<i>Atomic Absorbtion Spectrometer</i>)....	17
3.7.1 Prinsip-prinsip	17
3.7.2 Instrumen AAS	18
3.7.3 Lampu Katoda Cekung	19
3.7.4 Teknik-teknik Analisis	20
3.8 Hipotesis	22
BAB IV METODE PENELITIAN	23
4.1 Alat dan Bahan	23
4.1.1 Alat	23
4.1.2 Bahan	23
4.2 Cara Kerja	24
4.2.1 Pembibitan	24
4.2.2 Penanaman dan Perlakuan	24

4.3 Pembuatan Larutan Induk Pb	25
4.4 Optimasi AAS	25
4.4.1 Panjang Gelombang	25
4.4.2 Kecepatan Alir Bahan Bakar	26
4.4.3 Kecepatan Alir Oksidan (Udara)	26
4.5 Penentuan Pb Pada Tanaman Tomat	26
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	27
5.1 Kadar Pb Dalam Tanah.....	27
5.2 Pertumbuhan Tanaman	28
5.3 Akumulasi Pb Pada Tanaman	30
BAB VI KESIMPULAN DAN PEMBAHASAN.....	35
6.1 Kesimpulan	35
6.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, pemilik semua ilmu di alam semesta dan Sholawat yang kita persembahkan kepada Nabi Muhammad SAW, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul "PENGARUH PEMBERIAN $Pb(NO_3)_2$ PADA TANAH TERHADAP KANDUNGAN Pb TERSEBUT PADA AKAR, BATANG, DAUN DAN BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*. Mill)" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) di Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Merupakan suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi penulis atas semua kemudahan dan bantuan dari semua pihak selama pembuatan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dorongan semangat dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis pada kesempatan ini ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas restu dan anugerah-Nya.
2. Bapak Jaka Nugraha, M.Si. selaku Dekan FMIPA UII.
3. Bapak Riyanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, ilmu, kritik, saran, nasehat serta pengalaman dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
4. Bapak Tatang Shabur Julianto, S.Si., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, ilmu, kritik, saran, nasehat serta pengalaman dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.

5. Kepala Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta staf yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini dan yang telah menyediakan fasilitas analisis selama penelitian berlangsung.
6. Teman-teman FMIPA Jurusan Ilmu Kimia khususnya angkatan 2000, atas diskusi, semangat dan bantuannya yang diberikan.
7. Serta semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini

Semoga amal baik mereka dapat diterima oleh Allah SWT dan hanya Allah SWT yang mampu membalas semuanya. Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini, untuk itu penulis menghaturkan terima kasih. Dengan adanya penelitian ini diharapkan membawa manfaat bagi orang-orang banyak pada umumnya.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, September 2004

Penulis

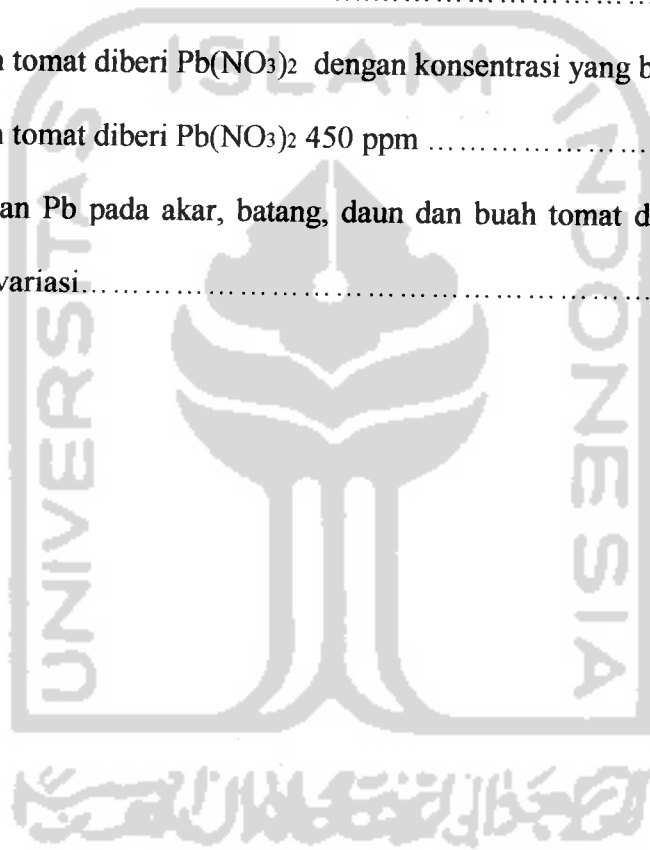
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat perlakuan pertama	31
2. Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat perlakuan kedua.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Spektrometer Serapan Atom(AAS).....	18
2. Diagram skematik lampu katoda cekung.....	19
3. Kurva kalibrasi (kiri) dan kurva adisi Standard (kanan) dalam analisis secara Spektrometer.....	22
4. Tanaman tomat diberi $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi yang bervariasi.....	29
5. Tanaman tomat diberi $Pb(NO_3)_2$ 450 ppm	30
6. Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat dengan konsentrasi yang bervariasi.....	34



**PENGARUH PEMBERIAN $Pb(NO_3)_2$ PADA TANAH TERHADAP
KANDUNGAN Pb TERSEBUT PADA AKAR, BATANG, DAUN
DAN BUAH TOMAT (*Lycopersicon esculentum*. Mill)**

INTISARI

ERNAWATI

No Mhs: 00612027

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada tanah terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

Tanaman tomat tersebut diberi 2 perlakuan yaitu perlakuan pertama bibit tomat berumur 1 bulan ditanam dalam *polybag*, kemudian masing-masing *polybag* tanahnya diberi $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu dengan konsentrasi 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, dan 200 ppm. Sedangkan perlakuan yang kedua bibit tomat tanahnya diberi $Pb(NO_3)_2$ 150 ppm setiap 20 hari sekali hingga total konsentrasi 450 ppm selama 80 hari. Kemudian kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat ditentukan dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer*.

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa $Pb(NO_3)_2$ yang diberikan pada tanah dengan konsentrasi yang bervariasi, ternyata berpengaruh yang signifikan terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

Kata kunci: logam Pb, tanaman tomat, SSA

**THE INFLUENCE OF Pb(NO₃)₂ DISTRIBUTION ON SOIL TOWARD THE
CONCENTRATION OF Pb IN THE TOMATO ROOT, STICK, LEAF
AND FRUIT (*Lycopersicon esculentum*. Mill)**

ABSTRACT

ERNAWATI

NIM: 00612027

The research on the influence of Pb(NO₃)₂ distribution on the soil toward the concentration of Pb in the tomato root, stick, leaf, and fruit has been carried out (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

The tomato plant was given two manner, were the first manner one month old tomato was planted at the *polybag*, then each *polybag* the soil was added by Pb(NO₃)₂ with various concentration from 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm and 200 ppm. The second manner, the soil was added by Pb(NO₃)₂ 150 ppm every 20 days until concentration up to 450 ppm as long 80 days. Afterwards, the concentration of Pb in the tomato root, stick, leaf and fruit were calculated using *Atomic Absorbtion Spectrophotometer*.

The experiment results show that various concentration of Pb(NO₃)₂, which was added to the soil, did significant affect toward the concentration of Pb in the tomato root, stick, leaf and fruit (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

Keyword : Pb metal, tomato plant, AAS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah global sebagai dampak pesatnya perkembangan industri akhir-akhir ini adalah tingginya tingkat pencemaran, baik pencemaran udara, pencemaran tanah, pencemaran air maupun pencemaran suara. Logam berat merupakan contoh bahan pencemar yang berbahaya, dihasilkan dari limbah rumah tangga, pertambangan, transportasi dan industri. Semakin tinggi limbah yang dihasilkan sumber pencemar, semakin tinggi pula tingkat pencemaran logam berat dalam tanah, air maupun udara, yang akan mengganggu berbagai kehidupan termasuk tumbuh-tumbuhan, hewan bahkan manusia.

Beberapa ion logam berat antara lain Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} dan Au^{2+} bersifat toksik bagi tumbuhan dan hewan (Bowen, 1966). Logam berat yang diserap tanaman, akan terakumulasi pada bagian-bagian tertentu tanaman, dalam keadaan kadar yang rendah tidak akan mengganggu proses fisiologi tanaman, tetapi pada kadar yang tinggi akan mengganggu kerja enzim, menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian pada tanaman (Connel dan Miller, 1984). Di sisi lain jika tanaman dikonsumsi manusia atau hewan, maka logam yang terakumulasi akan membahayakan kehidupan hewan dan manusia.

Pada tanah, tumbuhan adalah indikator yang paling baik untuk mengetahui tercemar atau tidaknya tanah tersebut. Tumbuhan memberikan respon yang paling baik jika terjadi kelebihan atau kekurangan zat atau senyawa tertentu. Tumbuhan

mampu menyerap semua unsur atau zat yang ada dalam tanah tanpa mengetahui apakah unsur tersebut diperlukan atau tidak dan beracun atau tidak. Tumbuhan menunjukkan responnya melalui kenampakan morfologis dan anatomisnya.

Menurut Fardiaz (1992) timah hitam atau Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang juga dapat memberikan efek toksik pada tanaman. Kadar Pb yang melewati ambang batas toleransi dapat menyebabkan klorosis akibat adanya penurunan kandungan klorofil. Dengan demikian tumbuhan yang menyerap Pb secara berlebih daunnya tidak berwarna hijau dan akibat yang paling fatal adalah kematian (Jamil, 1993).

Sumber Pb yaitu peptisida, pupuk buatan, emisi tambang dan tempat peleburan, asap kendaraan bermotor. Di dalam bensin terdapat Pb tetra etil sebagai zat aditif anti *knocking* sehingga umumnya Pb halida ikut dalam gas buangan sisa pembakaran. Pb yang ditimbulkan dari pembakaran bensin berpengaruh terhadap tingginya akumulasi Pb di tanah dan vegetasi di pinggir jalan (Srivastava and Gupta, 1996).

Secara alami Pb dapat dijumpai dalam tubuh tanaman dengan konsentrasi sebesar 2 ppm. Dalam bidang pertanian Pb banyak digunakan sebagai bahan kimia pembasmi serangga dalam bentuk Pb asetat. Penggunaan pupuk yang mengandung Pb seperti Pb asetat akan menyebabkan terjadinya pencemaran (Salisbury and Ross, 1992).

Buah tomat merupakan komoditas yang multiguna, selain dikonsumsi segar, buah tomat juga dimanfaatkan untuk berbagai industri, misalnya sambal, saus, minuman, jamu dan kosmetik. Sebagai bahan makanan, kandungan gizi buah tomat tergolong lengkap terutama vitamin A dan vitamin C (Bernardius, 2002).

Tanaman tomat sebagai salah satu jenis makanan yang banyak dikonsumsi manusia juga tidak lepas dari kontaminasi logam berat Pb. Penggunaan pupuk yang berlebih yang banyak mengandung logam berat dan lokasi penanaman yang dekat dengan sumber pencemar akan sangat mempengaruhi akumulasi logam berat dalam tanaman tomat sehingga perlu penelitian tentang pengaruh pemberian Pb nitrat pada tanah terhadap pertumbuhan tanaman dan kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut timbul permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah ada pengaruh pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada tanah terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill) ?
2. Apakah pertumbuhan tanaman mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ yang diberikan pada tanah ?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada tanah terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)?
2. Mengetahui apakah pertumbuhan tanaman mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ yang diberikan pada tanah ?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui mekanisme terakumulasinya logam Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat. Sehingga dengan konsentrasi Pb yang tinggi pada tanaman tomat maka para konsumen perlu berhati-hati dalam mengkonsumsi buah tomat sebagai makanan sehari-hari karena tanaman pangan tidak saja ditentukan oleh produktivitas dan nilai gizinya, namun lebih penting bebas dari senyawa-senyawa toksik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Timah hitam (Pb) dalam darah dapat ditentukan dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Mula-mula darah diolah dengan *trikloro asetil* (TCA) untuk mengendapkan protein, dan kemudian di *centrifuge* (diputar). pH dari filtrate dibuat menjadi tiga, kemudian ditambahkan 1ml Amonium Pirolidin Diokarbonat (APDC) dan Pb diekstrak dengan Metil Isobutil Keton (MIBK) sebagai kelat Pb (APCD)₂. Hasil ekstraksi kemudian diukur absorbansi Pbnya dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen. Batas deteksi prosedur ini adalah 0,1 ppm Pb dalam darah sedangkan kandungan normal Pb dalam darah 0,3-0,4 ppm (Mudasir, 2003).

Telah dilakukan penelitian oleh Fransisca (2001) pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*) dengan memaparkan Pb nitrat kedalam tanah secara bervariasi yaitu dengan konsentrasi 0 ppm, 300 ppm, 500 ppm dan 700 ppm. Kemudian kadar Pb pada akar, daun dan biji ditentukan dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* dengan *Wet Digestion*. Kadar Pb dalam akar, daun dan biji kacang tanah meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi pemaparan Pb nitrat. Pada semua konsentrasi pemaparan Pb nitrat, konsentrasi Pb pada akar jauh lebih tinggi dari pada daun dan biji. Kadar Pb pada akar yang tertinggi diperoleh pada konsentrasi pemaparan Pb nitrat 700 ppm yaitu 166,48 ppm, sedangkan yang terendah diperoleh pada kontrol yaitu 32,83 ppm. Kadar Pb pada daun yang diperoleh pada konsentrasi pemaparan Pb nitrat 700 ppm yaitu 28,33 ppm, sedangkan yang terendah pada kontrol yaitu

17,30 ppm. Kadar Pb pada biji yang tertinggi diperoleh pada konsentrasi pemaparan Pb nitrat 700 ppm yaitu 39,75 ppm, sedangkan yang terendah pada kontrol yaitu 11,71 ppm.

Telah dilakukan penelitian oleh Linda (2001) pada tanaman tomat dan cabe rawit dengan pemaparan Pb nitrat ke dalam tanah secara bervariasi yaitu dengan konsentrasi 700 ppm, 500 ppm, 300 ppm dan 0 ppm sebagai kontrol, masing-masing 3 kali ulangan. Kemudian diukur kadar Pbnya dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi Pb nitrat yang dipaparkan. Pada tanaman tomat pemaparan 500 ppm dan 700 ppm tidak terbentuk buah, sedangkan tanaman cabe rawit masih berbuah sampai pemaparan 700 ppm. Kadar Pb daun tomat tertinggi 1,229 ppm (pemaparan 700 ppm) dan terendah 0,414 ppm (kontrol), sedangkan pada cabe rawit tertinggi 0,772 ppm (pemaparan 700 ppm) dan terendah 0,615 ppm (kontrol). Kadar Pb buah tomat tertinggi pada pemaparan 300 ppm yaitu 0,260 ppm, sedangkan kadar Pb terendah terdapat pada buah tomat (kontrol) yaitu 0,174 ppm. Kadar Pb pada buah cabe rawit tertinggi pada pemaparan 700 ppm yaitu 0,331 ppm.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)

3.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill) dalam taksonomi adalah sebagai berikut :

- Divisio : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Subdivisio : Angiospermae (berbiji tertutup)
- Klassis : Dicotyledoneae (biji berkeping satu)
- Ordo : Solanales
- Familia : Solanaceae
- Genus : Lycopersicon
- Spesies : *Lycopersicon esculentum*. Minn (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991)

Nama sinonimnya adalah *Solanom Lycopersicon*. L. Tomat adalah sayuran *solanaceae* yang paling banyak ditanam, mempunyai rasa manis dan aroma yang khas, ini menyebabkan kepopuleran dan keragaman penggunaannya (Rubertzky dan Yamaguchi, 1999). Tanaman ini berasal dari Amerika Tropis, ditanam sebagai tanaman buah di ladang, halaman atau sering ditemukan liar, dan hidup pada ketinggian 1 – 1600 m dari atas permukaan laut. Tanaman ini tidak tahan terhadap hujan dan sinar matahari terik, tumbuh baik pada tanah yang gembur dan subur (Wijayakusuma, 1972). Suhu yang cocok untuk pertumbuhan tomat yaitu antara 21 –

28°C pada siang hari dan antara 15 – 20°C pada malam hari, serta pH yang cocok berkisar antara 5,5 – 6,5.

Tomat merupakan tanaman perdu, semusim dan berumur pendek, dengan tinggi sekitar 2,5 m. Batang masif, bulat dan berbulu, tumbuh tegak, bercabang dan berwarna hijau keputihan serta mengandung banyak air. Bunga merupakan bunga majemuk, berada di ketiak daun, kelopak bunga lepas satu sama lain (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991). Buah tomat adalah buah buni (beri), berdaging, permukaan buah licin mengkilap. Buah tomat mempunyai banyak bakal buah, warna buah tomat yang matang biasanya beragam dari merah, jingga kuning, adanya keanekaragaman warna ini dikarenakan ada pigmen-pigmen seperti likopen dan karotenoid, ketika matang biji dikelilingi oleh bahan sel (Rubartzky dan Yamaguchi, 1999).

3.1.2 Kandungan Kimia Tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)

Kandungan kimiawi buah tomat antara lain asam malat, asam sitrat, aldenin, trigonelin, kholintomafin, Ca, P, Fe, Karotin, Vitamin B₁, B₂ dan C. sedangkan daun mengandung senyawa antara lain pektin, arbutin, amigdalin, alkaloid (Wijayakusuma, 1972).

3.1.3 Kegunaan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)

Sebagian masyarakat menggunakan buah tomat untuk terapi pengobatan karena mengandung karotin yang berfungsi sebagai pembentuk provitamin A dan lycopen yang mampu mencegah kanker. Sebagai salah satu bahan untuk terapi pengobatan alami, buah tomat berkhasiat untuk mencegah dan mengobati radang usus buntu, membantu penyembuhan penyakit rabun senja, mengobati penyakit yang disebabkan oleh kekurangan vitamin C, membantu mengobati penyakit gigi dan gusi,



mempercepat penyembuhan luka, mengobati jerawat, mencegah pembentukan batu empedu pada saluran kencing, membantu penyembuhan penyakit skorbut, menjaga stamina, serta membantu penyembuhan penyakit lever, encok, TBC dan asma (Bernardius, 2002).

3.1.4 Jenis-jenis Tomat

Berdasarkan bentuknya, buah tomat dibedakan menjadi lima jenis :

- a. Tomat Biasa (*Lycopersicum esculentum* Mill, Var. *commune* Bailey). Berbentuk bulat pipih tidak teratur, sedikit beralur terutama di dekat tangkai. Tomat jenis ini banyak ditemui dipasar-pasar lokal.
- b. Tomat Apel atau Pir (*Lycopersicum esculentum* Mill, var. *pyriforme* Alef.). Berbentuk bulat seperti buah apel atau buah pir.
- c. Tomat Kentang atau Tomat Daun Lebar (*Lycopersicum esculentum* Mill, Var. *grandifolium* Bailey). Berbentuk bulat besar, padat dan kompak. Ukuran buahnya lebih besar dibandingkan dengan tomat apel.
- d. Tomat Tegak (*Lycopersicum esculentum* Mill, Var. *Validum* Bailey). Buahnya berbentuk agak lonjong dan teksturnya keras. Sementara itu daunnya rimbun, bentuknya keriting dan berwarna kelam. Pertumbuhan tanaman tegak dengan percabangannya mengarah keatas.
- e. Tomat Cherry (*Lycopersicum esculentum* Mill, var. *cerasiforme* (Dun) Alef.). Buahnya yang berukuran kecil berbentuk bulat atau bulat memanjang (Bernardius, 2002).

3.2 Pertumbuhan

3.2.1 Pengertian Pertumbuhan

Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan volume dan jumlah sel dalam organisme yang disebabkan proses asimilasi dan pembentukan protoplasma baru (Curtis dan Clarke, 1950). Sedangkan menurut Salisbury dan Ross (1995), pertumbuhan adalah :

1. Pertambahan sel
2. Pertambahan ukuran sel, organ
3. Pertambahan masa protoplasma
4. Pertambahan besar struktur sel, seperti perubahan dinding secara intersepsi, ukuran vakuola, ukuran dan jenis plastida.

Menurut Salisbury dan Ross (1995), ada 3 hal yang penting dalam pertumbuhan :

- a. Pembelahan sel, menghasilkan penambahan jumlah sel, dimana satu sel dewasa membelah menjadi dua sel yang terpisah dan tidak serupa atau sama.
- b. Perpanjangan sel dan pertambahan besar sel, karena pembelahan dinding sel memanjang, terjadi karena air masuk sehingga tekanan sel naik yang menyebabkan pembentangan dinding sel.
- c. Pemasakan sel dan diferensiasi, oleh karena itu penambahan komponen sitoplasma sel yang barang kali sudah mencapai volume akhir menjadi terspesialisasi dengan cara tertentu.

3.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Pertumbuhan suatu tanaman dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar antara lain : cahaya, temperatur, air, kelembaban udara,

aerasi tanah, unsur mineral, sedangkan faktor dalam yaitu daya tahan tanaman dan faktor pertumbuhan (hormon) (Salisbury dan Ross, 1995)

3.2.2.1 Faktor Luar

a. Cahaya

Cahaya merupakan faktor fisik yang penting dalam menentukan bentuk, distribusi dan kelangsungan hidup tanaman. Tanaman hijau akan menyerap cahaya dengan λ 400 – 760 μm .

Cahaya merupakan sumber energi yang diperlukan untuk fotosintesis, karena setiap kenaikan radiasi matahari akan menaikkan hasil fotosintesis, hasil fotosintesis akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman.

b. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor yang penting yang mempengaruhi semua aktivitas fisiologis. Temperatur berpengaruh pada fotosintesis, translokasi bahan organik dan respirasi.

Temperatur berperan dalam :

1. Mengatur semua reaksi kimia yang ada dalam tubuh.
2. Melarutkan gas-gas seperti CO_2 dan O_2
3. Mempengaruhi absorpsi unsur hara dan mineral dalam tanah.
4. Mempengaruhi absorpsi air dalam tanah.

Pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur, perubahan beberapa derajat akan menyebabkan perubahan yang nyata dalam laju pertumbuhan, pada tahap tertentu setiap spesies atau varietas mempunyai temperatur minimum, optimum

dan maksimum, di bawah temperatur minimum atau di atas temperatur maksimum tumbuhan tidak dapat hidup.

c. Air

Unsur-unsur hara dan beberapa logam berat dapat masuk ke dalam tubuh tumbuhan karena terlarut dalam air. Air merupakan bahan untuk melangsungkan fotosintesis, berkurangnya air dalam tanah akan menurunkan hasil fotosintesis, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

d. Kelembaban udara

Kelembaban udara berhubungan dengan proses transpirasi, jika kelembaban udara kecil, cahaya tinggi maka transpirasi akan berlangsung. Transpirasi mengakibatkan akar menyerap air dari dalam tanah untuk mengganti yang hilang dari tubuh tanaman.

e. Unsur makro dan mikro

Unsur makro dan mikro diperlukan tumbuhan dalam jumlah tertentu. Kelebihan atau kekurangan unsur tersebut menyebabkan terganggunya pertumbuhan.

f. Aerasi tanah

Besar atau kecilnya aerasi tanah tergantung pada jenis tekstur tanah. Tekstur tanah yang padat akan menyebabkan akar sulit menembus tanah, sedikit menahan air dan kekurangan O_2 untuk respirasi akar, akibatnya pertumbuhan akan terganggu.

3.2.2.2 Faktor Dalam

a. Daya tahan tanaman

Daya tahan tanaman tergantung dari spesies maupun varietas tanaman itu. Spesies dan varietas unggul biasanya mempunyai daya tahan yang tinggi untuk bertahan hidup jika dibandingkan dengan varietas atau spesies lainnya.

b. Faktor pembantu pertumbuhan (hormon)

Hormon akan berpengaruh terhadap pertumbuhan, dikenal lima macam hormon yaitu auksin, sitokinin, giberelin, etilin yang dikenal sebagai hormon pemacu pertumbuhan. Absis merupakan hormon yang menghambat pertumbuhan.

3.3 Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaan terletak pada pengaruh yang ditimbulkan oleh logam berat ini apabila berikatan dan atau masuk kedalam tubuh organisme hidup. Semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang dapat meracuni tubuh makhluk hidup, sebagai contoh adalah timah hitam (Pb), logam merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan khrom (Cr). Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan bagi makhluk hidup, sebageian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan akan logam tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit, tetapi bilas tidak terpenuhi maka akan dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup (Palar, 1994).

Menurut Kristanto (1989), berdasarkan tingkat bahayanya terhadap kesehatan, logam berat dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Sangat beracun

Logam dari kelompok ini dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yang tidak dapat pulih dalam waktu singkat dan bahkan menyebabkan kematian. Logam yang termasuk dalam kelompok ini adalah Pb, Hg, Cd, Cr, As, Sb, Ti, U, dan Be.

2. Moderat

Logam dari kelompok ini mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang dapat pulih ataupun yang tidak dapat pulih dalam waktu yang lama. Logam yang termasuk kelompok ini adalah Ba, Bo, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Va, Ge dan Rb.

3. Kurang beracun

Dalam konsentrasi yang besar dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Logam dari kelompok ini adalah Bi, Co, Fe, Ga, Mg, Ni, K, Ag, Ti dan Zn.

4. Tidak beracun

Logam tidak beracun adalah logam yang tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam yang termasuk dalam kelompok ini adalah Al, Na, Sr dan Ca.

3.4 Logam Berat Pb

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam., dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atom (BA) 207,2 (Palar, 1994). Logam ini merupakan logam lunak berwarna abu-abu atau putih kebiruan seperti perak, sangat berkilat jika baru dipotong dan jika kena udara akan menjadi kusam. Sangat lembut dan lembek, mudah melebur, mudah dicetak, digulung

dan dibentuk. Berbentuk hablur kubik dengan berat jenis 11,34 dan suhu lebur 327,4°C (Anonim, 1985).

Unsur Pb yang masuk ke dalam lingkungan tidak langsung membahayakan kehidupan makhluk hidup, logam tersebut membahayakan metabolisme makhluk jika berada dalam batas melebihi ambangnya. Unsur Pb merupakan unsur logam yang sangat toksit pada tumbuhan. Unsur Pb dapat dimanfaatkan sebagai pelapis keramik (glaze), pelapis pita, kabel, film, baterai, pelapis pipa dan solder. Unsur Pb resistan terhadap bahan korosif, selain itu Pb digunakan sebagai campuran pewarna, dikarenakan Pb mempunyai berbagai warna, dan bersifat sebagai pelindung serta mempunyai nilai kelarutan yang kecil di dalam air (Fardiaz, 1992).

Sifat-sifat Pb secara umum adalah :

1. Mempunyai titik cair yang rendah, sehingga jika digunakan dalam bentuk yang cair dibutuhkan teknik yang sederhana dan tidak mahal.
2. Merupakan logam lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
3. Sifat kimia Pb menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara.
4. Membentuk Alloy dengan logam lain dan Alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan Pb murni.
5. Densitas Pb lebih tinggi dibanding dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri (Fardiaz, 1992).

3.5 Absorpsi Pb

Menurut Connel dan Miller (1984), logam yang terdapat di lingkungan akan diserap ke dalam tanaman melalui stomata dan sistem perakaran. Unsur Pb masuk melalui stomata, dimana Pb yang dihasilkan dari proses alam maupun proses industri akan bergabung dengan partikel-partikel udara dan masuk ke dalam tanaman pada saat stomata daun tanaman membuka, sedangkan unsur Pb terabsorpsi oleh akar pada saat akan mengabsorpsi air dan unsur hara.

Absorpsi Pb melalui dari penyerapan Pb oleh akar kemudian diendapkan dipermukaan akar, Pb secara perlahan akan mengumpul dalam sel yaitu dalam diktiosoma (badan golgi), dari gelembung diktiosoma akan bermigrasi ke dinding sel dan akhirnya Pb terakumulasi di plasmdema dinding sel daun dan batang, lebih dari 90% Pb tersimpan dalam dinding sel daun pucuk dan hanya sejumlah kecil Pb yang dapat menembus buah dan biji (Erns dan Mansfield, 1976).

3.6 Toksisitas Pb

Tanaman yang ditumbuhkan dalam media tanah yang mengandung senyawa toksik (logam berat) akan memberikan respon sensitif atau respon resisten. Respon sensitif ditandai dengan pertumbuhan tidak normal bahkan kematian. Respon resisten ditandai dengan kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dan bereproduksi (Wang dan Evangelou, 1995).

Logam berat dapat menimbulkan fitotoksisitas dengan cara:

1. Mengganggu kontak air dengan tanaman sehingga menyebabkan tanaman mengalami cekaman air (layu).

2. Meningkatkan permeabilitas membran plasma sel akar sehingga akar menjadi lemah dan berkurang kemampuan seleksinya.
3. Menghambat fotosintesis dan respirasi.
4. Menurunkan aktivitas enzim metabolik (Carlson et al, 1975).

Menurut Jamil dan Prakash (1993) ambang batas tanaman terhadap logam berat berbeda-beda untuk tiap tanaman, bila ambang batas terlampaui maka menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim dan protein dalam pembentukan *chelate*, yang bersifat toksik. Konsentrasi Pb yang melampaui batas maksimum menurut Connel dan Miller (1984) dapat menyebabkan reduksi terhadap organ-organ tanaman, ukuran tumbuhan menjadi lebih kerdil, bunga dan buah menjadi lebih kecil dari ukuran normal atau bahkan tidak terbentuk, menyebabkan klorosis, efek fatalnya adalah menimbulkan kematian.

Logam berat Pb apabila terserap oleh tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal, karena mengurangi pengambilan nitrat oleh tanaman dan mempunyai efek penghambatan langsung terhadap kerja enzim asimilasi N. Salah satu enzim yang paling penting dalam asimilasi N bagi tanaman adalah enzim nitrat reduktase (NR) (Volk dan Janckson, 1973, dalam Pessaraki, 1995).

3.7 Spektroskopi Serapan Atom (*Atomic Absorption Spectrometer* : AAS)

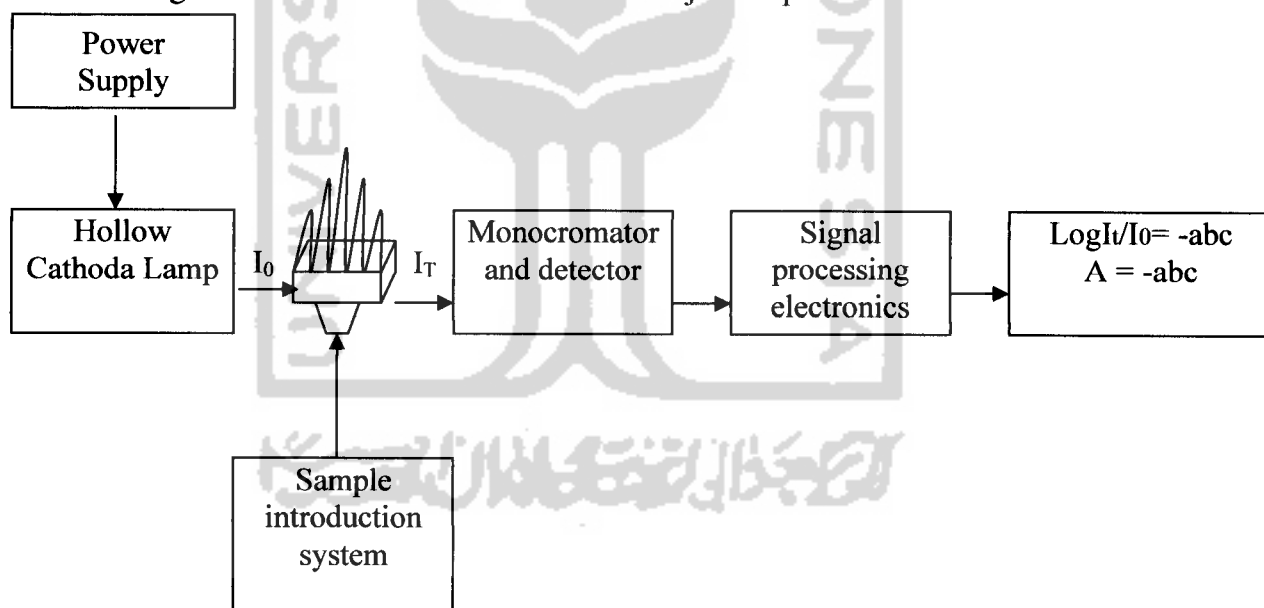
3.7.1 Prinsip-prinsip

Larutan sampel diaspirasikan kesuatu nyala dan unsur-unsur didalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi

kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yakni absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala. Kedua variabel ini sulit untuk ditentukan tetapi panjang nyala dapat dibuat konstan sehingga absorbansi hanya berbanding langsung dengan konsentrasi analit dalam larutan sampel (Mudasir, 2003).

3.7.2 Instrumen AAS

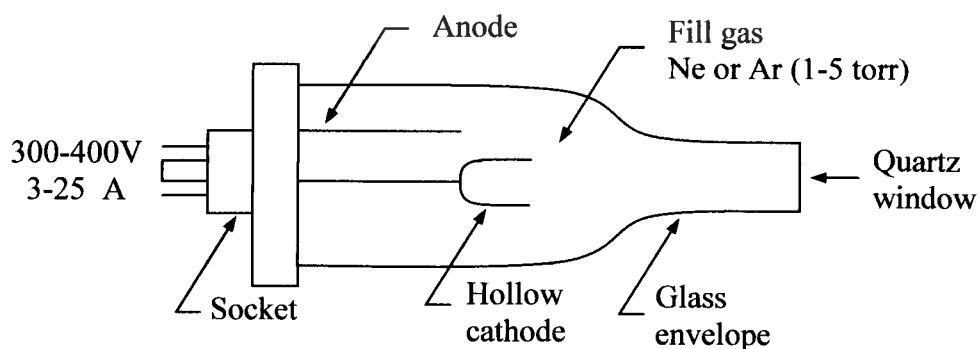
Diagram blok dari instrumentasi AAS ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Spektrometer Serapan Atom (Mudasir, 2003)

3.7.3 Lampu Katoda Cekung

Lampu ini merupakan sumber radiasi dengan spektra yang tajam dan mengemisikan gelombang monokromatis. Lampu ini terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang akan ditentukan atau campurannya (*alloy*) dan anoda yang terbuat dari tungsten. Elektroda-elektroda ini berada dalam tabung gelas dengan jendela quartz karena panjang gelombang emisinya sering berada pada daerah ultraviolet. Tabung gelas tersebut dibuat bertekanan rendah dan diisi dengan gas inert Ar atau Ne. Beda voltase yang cukup tinggi dikenakan pada kedua elektroda tersebut sehingga atom gas pada anoda terionisasi. Ion positif ini dipercepat ke arah katoda dan ketika menabrak katoda menyebabkan beberapa logam pada katoda terpental dan berubah menjadi uap. Atom yang teruapkan ini, karena tabrakan dengan ion gas yang berenergi tinggi, tereksitasi ke tingkat energi elektron yang lebih tinggi; ketika kembali ke keadaan dasar atom-atom tersebut memancarkan sinar dengan λ yang karakteristik untuk unsur katoda tersebut. Berkas sinar yang diemisikan bergerak melalui nyala dan berkas dengan λ tertentu yang dipilih dengan monokromator akan diserap oleh uap atom yang ada dalam nyala yang berasal dari sampel. Sinar yang diabsorpsi paling kuat biasanya adalah sinar yang berasal dari transisi elektron ke tingkat eksitasi terendah. Sinar ini disebut garis resonansi (Mudasir, 2003).



Gambar 2. Diagram skematik lampu katoda cekung

Sumber radiasi lain yang sering digunakan adalah “*Electrodless discharge lamp*”. Lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan HCL, tetapi mempunyai output radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis unsur-unsur As dan Se, karena lampu HCL untuk unsur-unsur ini mempunyai sinyal yang lemah dan tidak stabil (Mudasir, 2003).

3.7.4 Teknik -teknik Analisis

Menurut Mudasir (2003) ada tiga teknik yang dalam analisis secara spektrometri.

Ketiga teknik tersebut adalah :

(1) Metoda Standard Tunggal

Metoda sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standard yang telah diketahui konsentrasinya (C_{std}). Selanjutnya absorpsi larutan standard (A_{std}) dan absorpsi larutan sampel (A_{smp}) diukur dengan Spektrofotometri.

$$A_{std} = \epsilon \cdot b \cdot C_{std}$$

$$A_{smp} = \epsilon \cdot b \cdot C_{smp}$$

$$\epsilon \cdot b = A_{std} / C_{std}$$

$$\epsilon \cdot b = A_{smp} / C_{smp}$$

sehingga,

$$A_{std} / C_{std} = A_{smp} / C_{smp} \longrightarrow C_{smp} = (A_{smp} / A_{std}) \times C_{std}$$

Dengan mengukur Absorbansi larutan sampel dan standar, konsentrasi larutan sampel dapat dihitung.

(2) Metode Kurva Kalibrasi

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar 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 $=\epsilon.b$ atau slope $= a.b$. Konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva kalibrasi atau dimasukkan ke dalam pers, garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linear pada kurva kalibrasi.

(3) Metode Adisi Standard

Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (Matriks) sampel dan standar. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah volume tertentu dari sampel dipindahkan ke dalam labu takar. Satu larutan diencerkan sampai volume tertentu, kemudian diukur absorbansinya tanpa ditambah dengan zat standard, sedangkan larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dulu dengan sejumlah tertentu larutan standard dan diencerkan seperti pada larutan yang pertama. Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut :

$$A_x = k.C_x; \quad A_T = k(C_s + C_x)$$

Dimana,

C_x = konsentrasi zat Sampel

C_s = Konsentrasi zat standar yang ditambahkan ke larutan sampel

A_x = Absorbansi zat sampel (tanpa penambahan zat standar)

A_T = Absorbansi zat sampel + zat standar

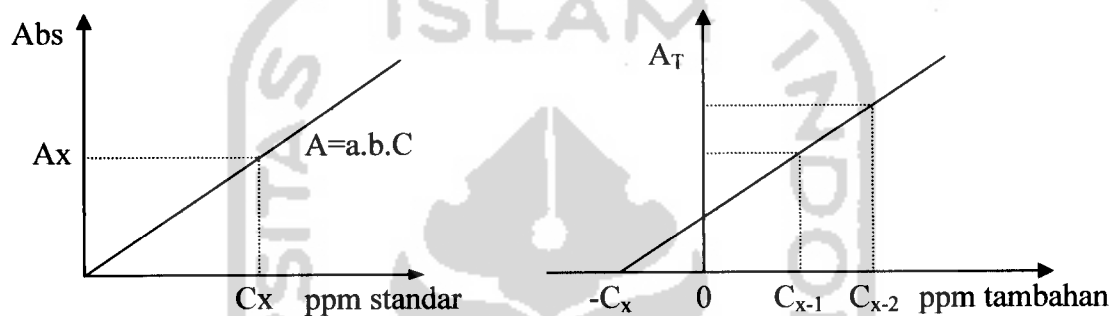
Jika kedua persamaan diatas digabung, akan diperoleh;

$$C_x = C_s \times \{A_x / (A_T - A_x)\}$$

Konsentrasi zat dalam sampel (C_x) dapat dihitung dengan mengukur A_x dan A_T dengan spektrofotometer. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standar dapat pula dibuat suatu grafik antara A_T lawan C_s , garis lurus yang diperoleh diesktrapolasi ke $A_T = 0$, sehingga diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{A_x / (0 - A_x)\}; C_x = C_s \times (A_x / -A_x)$$

$$C_x = (C_s \times -1) \text{ atau } C_x = -C_s$$



Gambar 3. Kurva kalibrasi (kiri) dan kurva adisi standar (kanan) dalam analisis secara Spektometri.

3.8 Hipotesis

1. Adanya pengaruh pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada tanah terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill).
2. pertumbuhan tanaman mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ yang diberikan pada tanah.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat

1. Polybag
2. Gelas beker 100 mL
3. Gelas Ukur 25 mL
4. Gelas Ukur 10 mL
5. Labu Ukur 100 mL
6. Labu ukur 50 mL
7. Erlenmeyer 100 mL
8. Corong Pisah
9. Kertas Saring Whatman 40
10. Cawan Porselen
11. Gelas Arloji
12. Spektroskopi Serapan Atom (Perkin Elmer, 3110)

4.1.2 Bahan

1. Biji Tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill)
2. Tanah buatan E. Kokata
3. Kristal Pb (NO₃)₂ buatan E. Merck Germany

4. HNO_3 Pekat buatan E. Merck Germany
5. HClO_4 Pekat buatan E. Merck Germany
6. HCl Pekat buatan E. Merck Germany
7. Aquades

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Pembibitan

Setelah media tanam semai siap dan sudah disiram, biji tomat bisa langsung ditanam dengan memasukkan 3 biji buah tomat kedalam tanah. Setelah penyemaian benih, tempat penyemaian benih tersebut ditutup dengan plastik untuk menjaga kelembapan media tanah. Penyiraman dilakukan jika media tanam terlihat mulai kering. Ketika biji mulai berkecambah, media tanam yang telah ditutup harus dibuka. Bibit tanaman yang sudah ditumbuhi daun harus mulai terkena sinar matahari untuk membantu proses fotosintesis.

Bibit yang sudah tumbuh minimal dua lembar daun, segera dipindahkan ketempat penanaman yang lebih besar. Caranya, bibit dicabut satu-persatu atau dicongkel sekaligus dengan medianya lalu ditanam didalam polybag dan disiram secara rutin pada pagi dan sore hari.

4.2.2 Penanaman dan Perlakuan

Setelah penyemaian, bibit tomat dipindahkan kedalam polybag untuk pembesaran. Pengisian media tanam cukup tiga perempatnya saja dari ukuran polybag. Kemudian tanaman tomat tersebut diberi 2 perlakuan antara lain :

1. Masing-masing tanaman tomat yang telah berumur satu bulan tanahnya diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm.
2. Tanaman tomat tanahnya diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 150 ppm setiap 20 hari sekali hingga total konsentrasi yang diberikan 450 ppm sampai umur 80 hari.

Penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari. Lamanya penanaman mulai dari pembibitan sampai masa panen yaitu 3 bulan.

4.3 Pembuatan Larutan Induk Pb

Dilarutkan 1,598 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan 30 mL HNO_3 0,1 M dengan aquades hingga 1000 mL, larutan standar tersebut merupakan larutan standar 1000 ppm. Larutan standar yang lain dibuat dengan mengencerkan larutan 1000 ppm sesuai dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm (Lampiran 1).

4.4 Optimasi AAS

Penentuan kondisi optimum ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang tepat dan teliti. Untuk kondisi optimum dalam penentuan Pb optimasi dilakukan terhadap panjang gelombang, kecepatan alir bahan dan oksidan serta kuat arus lampu katoda cekung.

4.4.1 Panjang gelombang

Panjang gelombang untuk menentukan Pb optimasi dilakukan dengan mengatur hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang. Panjang gelombang optimum diperoleh pada saat absorbansi yang dihasilkan maksimum. Hasil penentuan panjang gelombang optimum untuk Pb adalah 283,3 nm.

4.4.2 Kecepatan Alir Bahan Bakar

Pada optimasi ini digunakan larutan standar Pb 1 ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir bahan bakar 5,0 Liter/menit sampai 7,5 Liter/menit.

4.4.3 Kecepatan Alir Oksidan (Udara)

Pada optimasi ini digunakan larutan standar Pb 1 ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir oksidan 10,0 Liter/menit sampai 13,0 Liter/menit.

Pada optimasi ini digunakan larutan standar 50 ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kuat arus lampu katoda cekung 8 mA sampai 12 mA.

4.5 Penentuan Pb pada Tamanam Tomat

Akar, batang, daun, buah tomat dan tanah dihaluskan masing-masing 10 g Kemudian dimasukkan dalam gelas beker dan ditambahkan 25 mL HNO₃ pekat lalu ditutup dengan gelas arloji. Larutan dididihkan sampai sampel hancur. Larutan didinginkan, kemudian perlahan-lahan ditambahkan 8 mL HClO₄ Pekat. Larutan dididihkan kembali, kemudian didinginkan. Tambahkan 1 mL HCl pekat. Larutan disaring dan selanjutnya diencerkan sampai volume 100 mL.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Connel dan Miller (1984), logam yang terdapat di lingkungan, diserap ke dalam tubuh tanaman melalui 2 cara yaitu 1) Sistem perakaran, logam yang terlarut dalam partikel-partikel air akan masuk bersama-sama unsur-unsur hara dan air yang diabsorbansi oleh akar tanaman, 2) Stomata, logam akan bercampur dengan partikel-partikel udara, masuk kedalam daun ketika stomata terbuka.

Pengaruh pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada konsentrasi yang bervariasi yaitu dengan konsentrasi 450 ppm, 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm, 50 ppm dan 0 ppm pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill) mencakup 2 pengamatan yaitu pengamatan pertumbuhan tanaman dan pengamatan fisiologi dengan mengukur kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat.

5.1 Kadar Pb Dalam Tanah

Tanah sebagai media tanam memegang peran penting sebagai penyedia hara bagi tumbuhan. Di dalam tanah yang digunakan sebagai media tanam terkandung berbagai macam unsur yang diperlukan oleh tanaman untuk melakukan pertumbuhannya. Unsur yang terkandung dalam tanah bukan hanya unsur yang diperlukan oleh tanaman tetapi juga ditemukan unsur-unsur lain yang bersifat toksik bagi tanaman. Keberadaan unsur-unsur yang bersifat toksik, dapat merusak tanaman dan menyebabkan kematian pada tanaman. Unsur Pb adalah salah satu unsur yang

bersifat toksik. Menurut Koepe (1981) unsur Pb adalah unsur yang secara alami ditemukan dalam tanah.

Menurut Lu (1995) terakumulasinya Pb di dalam tanah berkisar antara 5-25 mg/kg dan tergantung jauh dekatnya dengan lokasi sumber pencemar. Kandungan Pb total pada kisaran 10-200 mg/kg dapat merubah kesuburan tanah. Pada profil tanah biasanya Pb hadir dengan konsentrasi lebih tinggi pada tanah bagian atas dibandingkan dengan lapisan bagian bawah (Srivastava and Guota, 1996).

Sebelum tanah diberi dengan $Pb(NO_3)_2$, tanah dianalisis untuk mengetahui kandungan mula-mula apakah tanah tersebut mengandung Pb karena Pb merupakan logam yang keberadaannya tersebar luas. Hasil analisis menunjukkan tanah yang akan digunakan sebagai media tanam terdapat 8,039 ppm logam Pb.

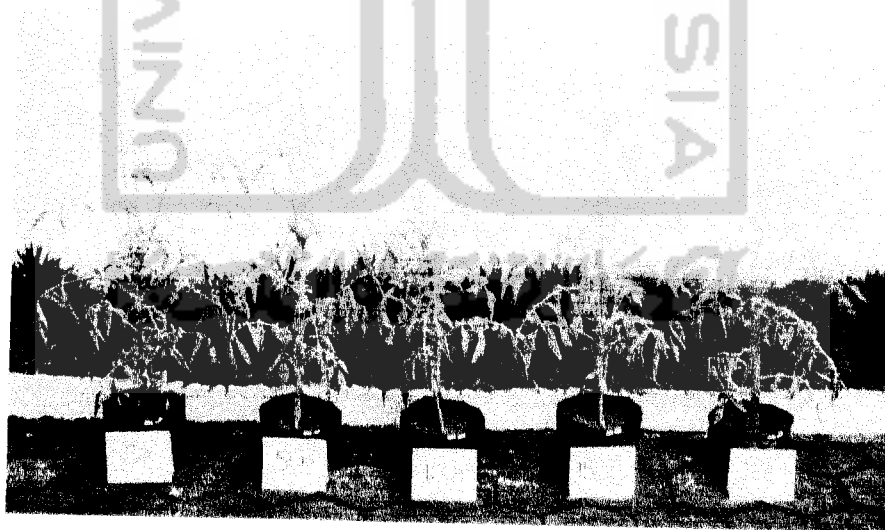
5.2 Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan didefinisikan sebagai pertambahan volume dan jumlah sel dalam organisme yang disebabkan proses asimilasi dan pembentukan protoplasma baru (Curtis dan Clarck, 1950). Sedangkan menurut Salisbury dan Ross (1995), pertumbuhan berarti pertambahan sel, pertambahan ukuran sel, pertambahan masa protoplasma dan pertambahan besar struktur sel. Parameter untuk mengetahui pertumbuhan tanaman yaitu dengan melihat tinggi tanaman.

Pada perlakuan pertama tanaman tomat diberi $Pb(NO_3)_2$ dengan perlakuan konsentrasi yang bervariasi masing-masing yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm dan ternyata tinggi tanaman tidak berbeda yang signifikan dengan tanaman yang tidak diberi $Pb(NO_3)_2$ yaitu 0 ppm sebagai standar yang dapat dilihat pada gambar 4.

Sedangkan pada perlakuan yang kedua tanaman tomat yang diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 150 ppm setiap 20 hari sekali, seiring dengan penambahan konsentrasi yang diberikan yaitu dengan konsentrasi 450 ppm selama 80 hari, ternyata tinggi tanaman tidak berbeda yang signifikan juga dengan yang tidak diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yaitu 0 ppm sebagai standar. Tanaman tomat yang diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 450 ppm dapat dilihat pada gambar 5.

Menurut Gupta (1997) tanaman dapat tumbuh dan berkembang walaupun menyerap 50 ppm logam Pb dan tanaman akan mati pada 500 ppm logam Pb. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman tergantung dari beberapa faktor antara lain faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar meliputi, unsur hara yang terdapat dalam tanah, cahaya matahari, kelembapan udara, air, temperatur dan aerasi tanah. Faktor dalam antara lain tingkat resistensi tanaman dan pembantu pertumbuhan (hormon).



Gambar 4. Tanaman tomat diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi yang bervariasi



Gambar 5. Tanaman tomat diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 450 ppm

5.3 Akumulasi Pb Pada Tanaman

Tanaman merupakan indikator yang paling jelas menunjukkan efek akibat keracunan logam berat. Tanaman menyerap semua zat yang ada di tanah masuk kedalam tubuhnya melalui perantara akarnya. Di dalam tubuh tanaman zat-zat ini akan diedarkan dan digunakan untuk pertumbuhannya, tetapi bila zat tersebut mempunyai efek toksik maka tumbuhan akan menimbunnya. Timbunan zat toksik yang berlebihan pada tanaman akan menghambat pertumbuhan tanaman atau bahkan menyebabkan kematian. Menurut Fardiaz (1992) Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang juga dapat memberikan efek toksik pada tanaman.

Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat dengan perlakuan pertama yaitu tanaman tomat yang berumur satu bulan, tanahnya masing-masing diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm dan 200 ppm dan lamanya waktu penanaman yaitu selama 90 hari (tiga bulan). Adapun cara perhitungan kandungan Pb pada tanaman tomat dapat dilihat pada lampiran 3. Kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat te masing-masing dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat perlakuan pertama

Pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (ppm)	Kandungan Pb (ppm)			
	Akar	Batang	Daun	Buah Tomat
0	1,731	0,637	1,372	0,144
50	1,820	0,326	2,270	0,103
100	1,600	0,620	1,584	0,062
150	1,829	0,490	1,290	0,056
200	0,620	0,718	1,339	0,081

Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat akan meningkat seiring dengan peningkatan pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tanah, ini berarti pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dalam tanah akan mempengaruhi besar kecilnya kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat. Semakin tinggi pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tanah maka Pb yang terakumulasi di akar, batang, daun dan buah tomat juga semakin bertambah.

Namun, hasil analisis kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat tidak mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya tingkat pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tanah, ini disebabkan karena daya tampung tanaman tomat tertentu.

Dari tabel 1 terlihat bahwa kandungan Pb (mean) yang tertinggi pada bagian tanaman yaitu pada akar, batang, daun dan buah tomat yaitu pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi masing-masing yaitu 150 ppm, 200 ppm, 50 ppm dan 0 ppm.

Pemberian $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ pada tanah berpengaruh terhadap terserapnya Pb tersebut dalam tanaman tomat, dilihat dari tingkat signifikan yang kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,000 terlihat pada output SPSS ANOVA dua arah yang dapat dilihat pada lampiran 4.

Kandungan Pb pada bagian tanaman tomat yaitu pada akar, batang, daun dan buah tomat terdapat interaksi sehingga adanya perbedaan yang signifikan yang kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,000 terlihat pada output SPSS ANOVA dua arah yang dapat dilihat pada lampiran 4.

Pada tanaman tomat yang tidak diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yaitu 0 ppm seharusnya tidak terkandung Pb, namun hasil analisis tanaman tomat pada akar, batang, daun dan buah tomat ternyata mengandung logam Pb. Adanya logam Pb pada tanaman tomat 0 ppm dikarenakan tanah yang digunakan sebagai media tanam sudah mengandung logam Pb yaitu 8,039 ppm.

Sedangkan kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat dengan perlakuan yang kedua yaitu tanaman tomat tanahnya diberi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 150 ppm setiap 20 hari sekali. Adapun keseluruhan konsentrasi yang

diberikan yaitu 450 ppm dan lamanya waktu penanaman yaitu selama 80 hari. Kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat masing-masing dapat dilihat pada tabel 2.

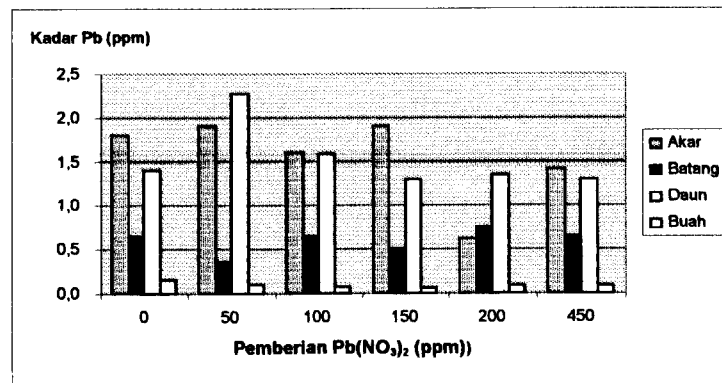
Tabel 2. Kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat perlakuan kedua

Pemberian Pb(NO ₃) ₂ (ppm)	Kandungan Pb (ppm)			
	Akar	Batang	Daun	Buah Tomat
450	1,339	0,620	1,290	0,081

Dari tabel 2 terlihat bahwa Kandungan Pb pada bagian tanaman tomat yaitu pada akar, batang, daun dan buah tomat terdapat interaksi sehingga adanya perbedaan yang signifikan yang kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,000 terlihat pada output SPSS ANOVA satu arah yang dapat dilihat pada lampiran 4.

Berpengaruhnya pemberian Pb(NO₃)₂ pada tanah dengan konsentrasi yang bervariasi terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat dikarenakan tumbuhan menyerap semua unsur-unsur yang ada di dalam tanah untuk pertumbuhannya, tetapi bila unsur-unsur tersebut memberikan efek toksik maka tumbuhan akan menimbunnya.

Perbandingan kandungan Pb akar, batang, daun dan buah tomat dengan konsentrasi yang bervariasi masing-masing dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. kandungan Pb pada akar, batang, daun dan buah tomat dengan konsentrasi yang bervariasi

Jika dilihat dari gambar 6, kandungan Pb pada akar dan daun lebih besar dari pada kandungan Pb pada batang dan buah tomat. Menurut Connel dan Miller (1984) logam diserap kedalam tubuh tanaman melalui 2 cara yaitu system perakaran dan stomata sehingga kandungan Pb pada akar dan daun lebih besar dibandingkan dengan kandungan Pb pada batang dan buah tomat.

Rendahnya kandungan Pb pada batang dan buah tomat mungkin disebabkan oleh penyerapan logam Pb pada akar dan daun tidak mentranslokasikan logam Pb tersebut pada batang dan buah tomat. Menurut Ernest dan Mansfield (1976) hanya sebagian kecil logam Pb yang dapat menembus buah dan biji.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian $Pb(NO_3)_2$ pada tanah dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 450 ppm ternyata berpengaruh yang signifikan terhadap kandungan Pb tersebut pada akar, batang, daun dan buah tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill).

Pertumbuhan tanaman tidak mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ yang diberikan pada tanah.

6.2 Saran

1. Optimasi alat hendaknya dilakukan lebih maksimal sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Pada cara kerja hendaknya melakukan dengan sangat hati-hati, terutama terhadap larutan-larutan yang sangat berbahaya oleh karena itu hendaknya menggunakan pengaman seperti jas praktikum dan masker.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1985, *Panduan Bahan Berbahaya*, jilid IB, Edisi I, depkes RI, penerbit Direktorat Jendral Pengawas Obat dan Makanan.
- Benardinus T.W.W., 2002, *Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Bertanam Tomat*, Penerbit Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Bowen, H.J.M., 1966, *Trance Element in Biochemistry*, Academic Press London and New York.
- Carlson, R.W., F. A. Bazzaz and G. L. Ralfe, 1975, *The Effect of Heavy Metals on Plant: II. Net Photosynthesis and Transpiration of Whole Corn and Sunflower Plant Treated with Pb, Cd, Ni and Tl*, Environ.
- Connel, W., Des and Miller, J., Gregory, 1984, *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*, A Wiley Interscience Publication, New York.
- Curtis, O.F. and Clark, D.G., 1950, *An Introduction to Plan Physiology*, Mc Graw Hill Book Company, Inc New York.
- Ernest, W. and Mansfield, 1976, *Physiological and Biochemical Aspects of Metal Tolerance*, in Mansfield, T.A. (eds), 1976, *Effect of Pollutans of Plant*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fardiaz, 1992, *Populasi Air dan Udara*, Kanisius Yogyakarta.
- Fransisca. W.T.U., 2001, *Pengaruh Pemaparan Pb Nitrat Terhadap Kadar Pb akar, Daun, Biji dan Aktivitas Nitrat Reduktase Daun Kacang Tanah (Arachis hypogaea L)*, Skripsi, Fakultas Biologi, Unaversiyas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Gupta, U.S. 1997. *Corp Improvement. Volume 2: Stess Tolerance*. Science Publishers, Inc. USA.
- Holdgate, M.W., 1979, *A Perspective of Enviromental Pollution*, Cambridge University Press, London.
- Jamil, J. and Prakash, 1993, *Eichornia Crassipes (Mart) Solms: A New Biosystem For Netal Pollution Removal From Aquatic Environmen*, in P rakas., Ram (eds.), 1993, *Man, Science and Enviromen*, Ashish Publish.
- Koepppe, D.E., 1981, *Effect of Heavy Metal Pollution on Plant*, Applied Science Publisher. Ltd. London.

- Kristanto, D., 1989, *Kadungan Logam Pencemar Pada Limbah L.I.K. Bugangan Baru Semarang Serta Pengaruh Terhadap Kualitas Air Dan Keanekaragaman Diatomae di Sungai Bugangan Baru*, Naskah Seminar, Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Linda, H., 2001, *Pengaruh Pb Nitrat Terhadap Pertumbuhan Kadar Pb Daun, Buah, Serta Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase Daun Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum*, Minn) dan Caberawit (*Capsicum Frutescens. L*)*, Skripsi, Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Lu, C. F, 1995, *Toksikologi Dasar, Asas Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*, Edisi Dua, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mudasir. M., 2003, *Hand Out Penelitian Instrumentasi Kimia*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Pessarakli, M., 1995, *Handbook of Plant and Crop Phisiology*, Marcell Dekker, Inc. Madison Avenue, New York.
- Rubartzky, V.E. dan Yamaguchi, 1999, *Sayuran Dunia*, Jilid 3, Penerbit ITB, Bandung.
- Salisbury, F. and Cleon W Ross., 1995, *Plant Physiology*, Third Edition, Wadsworth Publishing Company belmont.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross., 1992, *Fisiologi Tumbuhan*, Jilid I Terjemahan Lukman, R.D dan Sumaryono, Penerbit ITB, Bandung.
- Srivastava, P.C. and Gupta, V.C., 1996, *Trace element in Crop Productions*, Science Publisher, Inc. Io Water # 310 Lebanon, USA.
- Syamsuhidayat, S.S. dan Jhonny, R.H., 1991, *Inventarisasi Tanaman Obat Indonesia (I)*, Departemen Kesehatan RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta.
- Wang, J. and V.P. Evangeloe, 1995, *Metal Tolerance Aspect of Plant cell wall and Vacuole*. Dalam Pessarakli, M., *Handbook of Pland and Crop Phisiology*, Marcel Dekker, Inc. Madison Avenue, New York.
- Wijayakusuma, H.H.M., 1972, *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia*, Jilid 3, Pustaka Kartini, Jakarta.



Lampiran 1

Pembuatan Larutan Induk

1. Pembuatan Larutan HNO₃

Dari HNO₃ 65% dibuat HNO₃ konsentrasi 5 M dan 0,1 M

Konsentrasi Bahan Pekat = $\frac{1000 \times \% \text{ Bahan Pekat} \times B_j \text{ Bahan Pekat}}$

BM Bahan Pekat

$$= \frac{1000 \times 65/100 \times 1,4 \text{ g/mL}}$$

$$63 \text{ g/mol}$$

$$= 14,44 \text{ M}$$

Pembuatan HNO₃ 5 M

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 14,44 \text{ M} = 50 \text{ mL} \times 5 \text{ M}$$

$$V_1 = 17,3 \text{ mL}$$

Pembuatan HNO₃ 0,1 M

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 5 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 0,1$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

2. Pembuatan Larutan Induk Pb²⁺

Pb(NO₃)₂ dalam pembuatan larutan 1000 ppm



$$\text{Mmol Pb}^{2+} = \frac{\text{mg}}{\text{BM}} = \frac{1000}{207,2} = 4,82625 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol Pb}^{2+} = \text{mmol Pb(NO}_3)_2$$

$$\text{mg} = 4,82625 \text{ mmol} \times \text{BM Pb(NO}_3)_2$$

$$= 4,82625 \text{ mmol} \times 331,2 \text{ g/mol}$$

$$= 1598,437 \text{ mg}$$

$$= 1,598 \text{ g}$$

1,598 gram Pb(NO₃)₂ dan 30 mL HNO₃ 0,1 M dilarutkan dengan aquadest hingga 1000 mL dengan menggunakan labu ukur 1000 mL.

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 50 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 50 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

2,5 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 100 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

5 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 150 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 150 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 7,5 \text{ mL}$$

7,5 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 200 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 200 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

10 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas



Lampiran 2

Pembuatan Kurva Kalibrasi

1. Larutan standar

Pembuatan larutan standar dari stock solution 1000 ppm menjadi 0 ppm, 1,0 ppm, 2,0 ppm, 4,0 ppm dan 8,0 ppm.

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 0 ppm dalam labu ukur 25 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,0 \text{ mL}$$

0,0 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 1,0 ppm dalam labu ukur 25 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 1,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,025 \text{ mL}$$

0,025 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 2,0 ppm dalam labu ukur 25 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 2,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,05 \text{ mL}$$

0,05 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 4,0 ppm dalam labu ukur 25 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 4,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ mL}$$

0,1 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

- Larutan standar Pb 1000 ppm menjadi 8,0 ppm dalam labu ukur 25 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 8,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

0,2 mL diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas

Tabel 1. Kurva kalibrasi logam Pb

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0,0	0,000
1,0	0,010
2,0	0,021
4,0	0,038
8,0	0,082

Dari table 1 kita dapat membuat persamaan garis lurus yaitu: $Y = bx + a$

Dimana b adalah slope dan a adalah intersep.

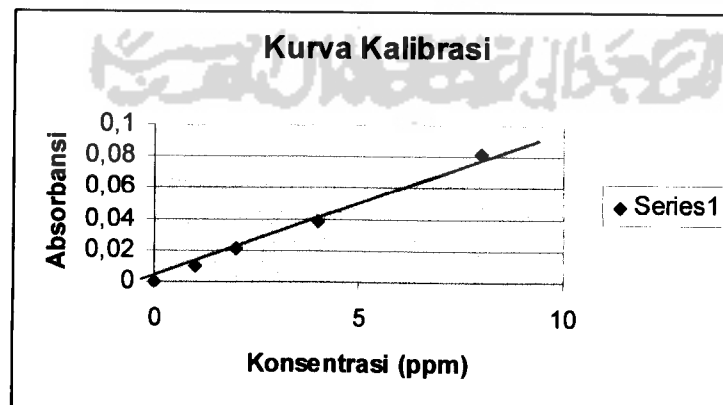
$$r = 0,9991$$

$$a = -3,25 \times 10^{-4}$$

$$b = 0,0102$$

Intersep yang dihasilkan negatif, sehingga a diabaikan maka: $Y = bx$

$$x = \frac{Y}{b}$$



Lampiran 3

Perhitungan

Perhitungan kadar Pb pada tanaman tomat

Perhitungan konsentrasi hasil pengukuran (C regresi) dengan metode standar kalibrasi dilakukan dengan cara memasukkan harga serapan sampel dengan Y, sehingga:

$$Y = bx$$

$$x = \frac{Y}{b}$$

Kadar unsur dalam sampel dihitung dengan persamaan:

$$X = \frac{C \text{ regresi} \times V \times P}{g}$$

dimana:

X = Kadar unsur (mg/mL)

C regresi = Konsentrasi unsur yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar

V = Volume larutan sampel (mL)

P = Faktor pengenceran

g = Berat sampel (gr)

Perhitungan kadar Pb pada akar, batang, daun sebagai berikut:

SAMPEL AKAR

1. Akar 0 ppm

- $X = \frac{0,016}{0,0102} = 1,568$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,568 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,568 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,017}{0,0102} = 1,666$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,666 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,666 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,020}{0,0102} = 1,960$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,960 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,960 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,568 + 1,666 + 1,960}{3} = 1,731 \text{ ppm}$$

2. Akar 50 ppm

- $X = \frac{0,016}{0,0102} = 1,568$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,568 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,568 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,016}{0,0102} = 1,568$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,568 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,568 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,024}{0,0102} = 2,352$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{2,352 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 2,325 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,568 + 1,568 + 2,325}{3} = 1,820 \text{ ppm}$$

3. Akar 100 ppm

- $X = \frac{0,016}{0,0102} = 1,568$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,568 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,568 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,018}{0,0102} = 1,764$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,764 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,764 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,015}{0,0102} = 1,470$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,470 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 1,470$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,568 + 1,764 + 1,470}{3} = 1,600 \text{ ppm}$$

4. Akar 150 ppm

- $X = \frac{0,022}{0,0102} = 2,156$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,156 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 2,156$$

- $X = \frac{0,016}{0,0102} = 1,568$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,568 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 1,568$$

- $X = \frac{0,018}{0,0102} = 1,764$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,764 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 1,764$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{2,156 + 1,568 + 1,764}{3} = 1,829 \text{ ppm}$$

5. Akar 200 ppm

- $X = \frac{0,003}{0,0102} = 0,294$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,294 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 0,294$$

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{5}$$

$$= 0,882$$

- $X = \frac{0,007}{0,0102} = 0,686$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{0,686 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 0,686 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,294 + 0,882 + 0,686}{3} = 0,620 \text{ ppm}$$

6. Akar 450 ppm

- $X = \frac{0,015}{0,0102} = 1,470$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,470 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,470 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,014}{0,0102} = 1,372$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,372 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,372 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{5} \\ &= 1,176 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,470 + 1,372 + 1,176}{3} = 1,339 \text{ ppm}$$

SAMPEL BATANG

1. Batang 0 ppm

- $X = \frac{0,010}{0,0102} = 0,980$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{0,980 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 0,490 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 0,588 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,017}{0,0102} = 1,666$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,666 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,833$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,490 + 0,588 + 0,833}{3} = 0,637 \text{ ppm}$$

2. Batang 50 ppm

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,441$$

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,441$$

- $X = \frac{0,002}{0,0102} = 0,196$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,196 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,098$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,441 + 0,441 + 0,098}{3} = 0,326 \text{ ppm}$$

3. Batang 100 ppm

- $X = \frac{0,010}{0,0102} = 0,980$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,980 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,490$$

- $X = \frac{0,014}{0,0102} = 1,372$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,372 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,686$$

- $X = \frac{0,014}{0,0102} = 1,372$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,372 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,686$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,490 + 0,686 + 0,686}{3} = 0,620 \text{ ppm}$$

4. Batang 150 ppm

- $X = \frac{0,013}{0,0102} = 1,274$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,274 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,637$$

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,441$$

- $X = \frac{0,008}{0,0102} = 0,784$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,784 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,392$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,637 + 0,441 + 0,392}{3} = 0,490 \text{ ppm}$$

5. Batang 200 ppm

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,588$$

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,588$$

- $X = \frac{0,020}{0,0102} = 1,960$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,960 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,980$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,588 + 0,588 + 0,980}{3} = 0,718 \text{ ppm}$$

6. Batang 450 ppm

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,441$$

- $X = \frac{0,015}{0,0102} = 1,470$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,470 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,735$$

- $X = \frac{0,014}{0,0102} = 1,372$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,372 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 0,686$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,441 + 0,735 + 0,686}{3} = 0,620 \text{ ppm}$$

SAMPEL DAUN

1. Daun 0 ppm

- $X = \frac{0,030}{0,0102} = 2,941$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,941 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,470$$

- $X = \frac{0,027}{0,0102} = 2,647$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,647 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,323$$

- $X = \frac{0,027}{0,0102} = 2,647$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,647 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,323$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,470 + 1,323 + 1,323}{3} = 1,372 \text{ ppm}$$

2. Daun 50 ppm

- $X = \frac{0,049}{0,0102} = 4,803$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{4,803 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 2,401$$

- $X = \frac{0,043}{0,0102} = 4,215$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{4,215 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 2,107$$

- $X = \frac{0,047}{0,0102} = 4,607$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{4,607 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 2,303$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{2,401 + 2,107 + 2,303}{3} = 2,270 \text{ ppm}$$

3. Daun 100 ppm

- $X = \frac{0,033}{0,0102} = 3,235$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{3,235 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,617$$

- $X = \frac{0,033}{0,0102} = 3,235$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{3,235 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,617 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,031}{0,0102} = 3,039$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{3,039 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,519 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,617 + 1,617 + 1,519}{3} = 1,584 \text{ ppm}$$

4. Daun 150 ppm

- $X = \frac{0,030}{0,0102} = 2,941$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{2,941 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,470 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,026}{0,0102} = 2,549$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{2,549 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,274 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,023}{0,0102} = 2,254$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{2,254 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,127 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,470 + 1,274 + 1,127}{3} = 1,290 \text{ ppm}$$

5. Daun 200 ppm

- $X = \frac{0,008}{0,0102} = 2,745$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{2,745 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 1,372 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,029}{0,0102} = 2,843$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,843 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,421$$

- $X = \frac{0,025}{0,0102} = 2,450$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,450 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,225$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,372 + 1,421 + 1,225}{3} = 1,339 \text{ ppm}$$

6. Daun 450 ppm

- $X = \frac{0,025}{0,0102} = 2,450$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,450 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,225$$

- $X = \frac{0,027}{0,0102} = 2,647$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,647 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,323$$

- $X = \frac{0,027}{0,0102} = 2,647$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{2,647 \times 25 \times 1/5}{10}$$

$$= 1,323$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{1,225 + 1,323 + 1,323}{3} = 1,290 \text{ ppm}$$

SAMPEL BUAH TOMAT

1. Buah tomat 0 ppm

- $X = \frac{0,005}{0,0102} = 0,490$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,490 \times 25 \times 1/5}{32,67}$$

$$= 0,074$$

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{32,67} = 0,179$$

- $X = \frac{0,012}{0,0102} = 1,176$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,176 \times 25 \times 1/5}{32,67} = 0,179$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,074 + 0,179 + 0,179}{3} = 0,144 \text{ ppm}$$

2. Buah tomat 50 ppm

- $X = \frac{0,005}{0,0102} = 0,490$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,490 \times 25 \times 1/5}{39,45} = 0,062$$

- $X = \frac{0,009}{0,0102} = 0,882$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,882 \times 25 \times 1/5}{39,45} = 0,111$$

- $X = \frac{0,011}{0,0102} = 1,078$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,078 \times 25 \times 1/5}{39,45} = 0,136$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,062 + 0,111 + 0,136}{3} = 0,103 \text{ ppm}$$

3. Buah tomat 100 ppm

- $X = \frac{0,004}{0,0102} = 0,392$

$$\text{Kadar Pb} = 0,392 \times 25 \times 1/5$$

$$= \frac{47,07}{0,0102} = 0,041$$

- $X = \frac{0,008}{0,0102} = 0,784$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,784 \times 25 \times 1/5}{47,07} = 0,083$$

- $X = \frac{0,006}{0,0102} = 0,588$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,588 \times 25 \times 1/5}{47,07} = 0,062$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,041 + 0,083 + 0,062}{3} = 0,062 \text{ ppm}$$

4. Buah tomat 150 ppm

- $X = \frac{0,003}{0,0102} = 0,294$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,294 \times 25 \times 1/5}{34,26} = 0,042$$

- $X = \frac{0,003}{0,0102} = 0,294$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,294 \times 25 \times 1/5}{34,26} = 0,042$$

- $X = \frac{0,006}{0,0102} = 0,588$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,588 \times 25 \times 1/5}{34,26} = 0,085$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,042 + 0,042 + 0,085}{3} = 0,056 \text{ ppm}$$

5. Buah tomat 200 ppm

- $X = \frac{0,011}{0,0102} = 1,078$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,078 \times 25 \times 1/5}{34,26}$$

$$= \frac{36,53}{0,147}$$

- $X = \frac{0,004}{0,0102} = 0,392$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,392 \times 25 \times 1/5}{36,53} = 0,053$$

- $X = \frac{0,004}{0,0102} = 0,392$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,392 \times 25 \times 1/5}{36,53} = 0,053$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,147 + 0,053 + 0,053}{3} = 0,084 \text{ ppm}$$

6. Buah tomat 450 ppm

- $X = \frac{0,006}{0,0102} = 0,588$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,588 \times 25 \times 1/5}{37,89} = 0,077$$

- $X = \frac{0,002}{0,0102} = 0,196$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{0,196 \times 25 \times 1/5}{37,89} = 0,025$$

- $X = \frac{0,011}{0,0102} = 1,078$

$$\text{Kadar Pb} = \frac{1,078 \times 25 \times 1/5}{37,78} = 0,142$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{0,077 + 0,025 + 0,142}{3} = 0,081 \text{ ppm}$$

SAMPEL TANAH

1. Tanah

- $X = \frac{0,158}{0,0102} = 15,490$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{15,490 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 7,745 \end{aligned}$$

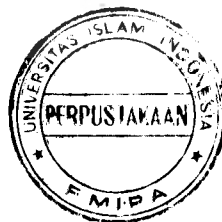
- $X = \frac{0,167}{0,0102} = 16,372$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{16,372 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 8,186 \end{aligned}$$

- $X = \frac{0,167}{0,0102} = 16,372$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Pb} &= \frac{16,372 \times 25 \times 1/5}{10} \\ &= 8,186 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Pb rata-rata} = \frac{7,745 + 8,186 + 8,186}{3} = 8,039 \text{ ppm}$$



Lampiran 4

OUTPUT PENGHITUNGAN SPSS ANOVA DUA ARAH

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Konsentrasi Pb Nitrat	1	0	12
	2	50	12
	3	100	12
	4	150	12
	5	200	12
Bagian Tanaman	1	Akar	15
	2	Batang	15
	3	Daun	15
	4	Buah Tomat	15

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kandungan Pb

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27,571 ^a	19	1,451	29,009	,000
Intercept	51,005	1	51,005	1019,648	,000
KONSENTR	,940	4	,235	4,697	,003
BAG_TNM	23,084	3	7,695	153,828	,000
KONSENTR * BAG_TNM	3,547	12	,296	5,909	,000
Error	2,001	40	,050		
Total	80,577	60			
Corrected Total	29,572	59			

a. R Squared = ,932 (Adjusted R Squared = ,900)

Levene's Test of Equality of Error Variances

Dependent Variable: Kandungan Pb

F	df1	df2	Sig.
5,241	19	40	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design:

Intercept+KONSENTR+BAG_TNM+KONSENTR *
BAG_TNM

Post Hoc Tests Konsentrasi Pb Nitrat

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Pb

	(I) Konsentrasi Pb Nitrat	(J) Konsentrasi Pb Nitrat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	0	50	-,09367	,091307	,842	-,35445	,16712
		100	,00417	,091307	1,000	-,25662	,26495
		150	,05458	,091307	,975	-,20620	,31537
		200	,28033*	,091307	,030	,01955	,54112
	50	0	,09367	,091307	,842	-,16712	,35445
		100	,09783	,091307	,820	-,16295	,35862
		150	,14825	,091307	,492	-,11253	,40903
		200	,37400*	,091307	,002	,11322	,63478
	100	0	-,00417	,091307	1,000	-,26495	,25662
		50	-,09783	,091307	,820	-,35862	,16295
		150	,05042	,091307	,981	-,21037	,31120
		200	,27617*	,091307	,033	,01538	,53695
	150	0	-,05458	,091307	,975	-,31537	,20620
		50	-,14825	,091307	,492	-,40903	,11253
		100	-,05042	,091307	,981	-,31120	,21037
		200	,22575	,091307	,118	-,03503	,48653
	200	0	-,28033*	,091307	,030	-,54112	-,01955
		50	-,37400*	,091307	,002	-,63478	-,11322
		100	-,27617*	,091307	,033	-,53695	-,01538
		150	-,22575	,091307	,118	-,48653	,03503
Bonferroni	0	50	-,09367	,091307	1,000	-,36496	,17762
		100	,00417	,091307	1,000	-,26712	,27546
		150	,05458	,091307	1,000	-,21671	,32587
		200	,28033*	,091307	,038	,00904	,55162
	50	0	,09367	,091307	1,000	-,17762	,36496
		100	,09783	,091307	1,000	-,17346	,36912
		150	,14825	,091307	1,000	-,12304	,41954
		200	,37400*	,091307	,002	,10271	,64529
	100	0	-,00417	,091307	1,000	-,27546	,26712
		50	-,09783	,091307	1,000	-,36912	,17346
		150	,05042	,091307	1,000	-,22087	,32171
		200	,27617*	,091307	,043	,00488	,54746
	150	0	-,05458	,091307	1,000	-,32587	,21671
		50	-,14825	,091307	1,000	-,41954	,12304
		100	-,05042	,091307	1,000	-,32171	,22087
		200	,22575	,091307	,178	-,04554	,49704
	200	0	-,28033*	,091307	,038	-,55162	-,00904
		50	-,37400*	,091307	,002	-,64529	-,10271
		100	-,27617*	,091307	,043	-,54746	-,00488
		150	-,22575	,091307	,178	-,49704	,04554

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Kandungan Pb

Konsentrasi Pb Nitrat	N	Subset	
		1	2
Tukey HSD ^{a,c} 200	12	,69075	
150	12	,91650	,91650
100	12		,96692
0	12		,97108
50	12		1,06475
Sig.		,118	,492

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,050.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

b. Alpha = ,05.

Bagian Tanaman

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Pb

(I) Bagian Tanaman	(J) Bagian Tanaman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	Akar	Batang	,96187*	,081668	,000	,74296	1,18077
		Daun	,00147	,081668	1,000	-,21744	,22037
		Buah Tomat	1,43053*	,081668	,000	1,21163	1,64944
	Batang	Akar	-,96187*	,081668	,000	-,118077	-,74296
		Daun	-,96040*	,081668	,000	-,117930	-,74150
		Buah Tomat	,46867*	,081668	,000	,24976	,68757
	Daun	Akar	-,00147	,081668	1,000	-,22037	,21744
		Batang	,96040*	,081668	,000	,74150	1,17930
		Buah Tomat	1,42907*	,081668	,000	1,21016	1,64797
	Buah Tomat	Akar	-,143053*	,081668	,000	-,164944	-,121163
		Batang	-,46867*	,081668	,000	-,68757	-,24976
		Daun	-,142907*	,081668	,000	-,164797	-,121016
Bonferroni	Akar	Batang	,96187*	,081668	,000	,73517	1,18857
		Daun	,00147	,081668	1,000	-,22523	,22817
		Buah Tomat	1,43053*	,081668	,000	1,20383	1,65723
	Batang	Akar	-,96187*	,081668	,000	-,118857	-,73517
		Daun	-,96040*	,081668	,000	-,118710	-,73370
		Buah Tomat	,46867*	,081668	,000	,24197	,69537
	Daun	Akar	-,00147	,081668	1,000	-,22817	,22523
		Batang	,96040*	,081668	,000	,73370	1,18710
		Buah Tomat	1,42907*	,081668	,000	1,20237	1,65577
	Buah Tomat	Akar	-,143053*	,081668	,000	-,165723	-,120383
		Batang	-,46867*	,081668	,000	-,69537	-,24197
		Daun	-,142907*	,081668	,000	-,165577	-,120237

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

Kandungan Pb

Bagian Tanaman	N	Subset		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,t} Buah Tomat	15	,08993		
Batang	15		,55860	
Daun	15			1,51900
Akar	15			1,52047
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,050.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.
- b. Alpha = ,05.



Lampiran 5

OUTPUT PENGHITUNGAN SPSS ANOVA SATU ARAH

Test of Homogeneity of Variances

Kandungan Pb

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,290	3	8	,155

ANOVA

Kandungan Pb

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,227	3	1,076	79,886	,000
Within Groups	,108	8	,013		
Total	3,335	11			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Pb

	(I) Bagian Tanaman	(J) Bagian Tanaman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	Akar	Batang	,71867*	,094743	,000	,41527	1,02207
		Daun	,04900	,094743	,953	-,25440	,35240
		Buah	1,25800*	,094743	,000	,95460	1,56140
	Batang	Akar	-,71867*	,094743	,000	-1,02207	-,41527
		Daun	-,66967*	,094743	,000	-,97307	-,36627
		Buah	,53933*	,094743	,002	,23593	,84273
	Daun	Akar	-,04900	,094743	,953	-,35240	,25440
		Batang	,66967*	,094743	,000	,36627	,97307
		Buah	1,20900*	,094743	,000	,90560	1,51240
	Buah	Akar	-1,25800*	,094743	,000	-1,56140	-,95460
		Batang	-,53933*	,094743	,002	-,84273	-,23593
		Daun	-1,20900*	,094743	,000	-1,51240	-,90560
Bonferroni	Akar	Batang	,71867*	,094743	,000	,38907	1,04827
		Daun	,04900	,094743	1,000	-,28060	,37860
		Buah	1,25800*	,094743	,000	,92840	1,58760
	Batang	Akar	-,71867*	,094743	,000	-1,04827	-,38907
		Daun	-,66967*	,094743	,001	-,99927	-,34007
		Buah	,53933*	,094743	,003	,20973	,86893
	Daun	Akar	-,04900	,094743	1,000	-,37860	,28060
		Batang	,66967*	,094743	,001	,34007	,99927
		Buah	1,20900*	,094743	,000	,87940	1,53860
	Buah	Akar	-1,25800*	,094743	,000	-1,58760	-,92840
		Batang	-,53933*	,094743	,003	-,86893	-,20973
		Daun	-1,20900*	,094743	,000	-1,53860	-,87940

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Kandungan Pb

Bagian Tanaman	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^a Buah	3	,08133		
Batang	3		,62067	
Daun	3			1,29033
Akar	3			1,33933
Sig.		1,000	1,000	,953

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

