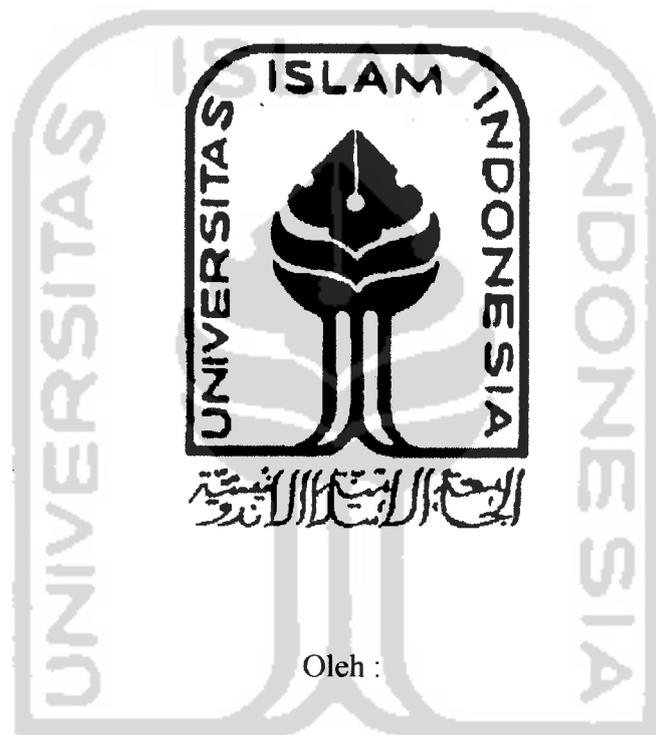


FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYERAPAN LOGAM

Cu DAN Pb DALAM BUAH PEPAYA, MANGGA DAN PISANG

SKRIPSI



Oleh :

MARINA NOORBAYANTI

99613130

JURUSAN FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

MEI 2004

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYERAPAN
LOGAM Cu DAN Pb DALAM BUAH PEPAYA, MANGGA DAN PISANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si)

Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia Jogjakarta



Oleh :

MARINA NOORBAYANTI

99613130

JURUSAN FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

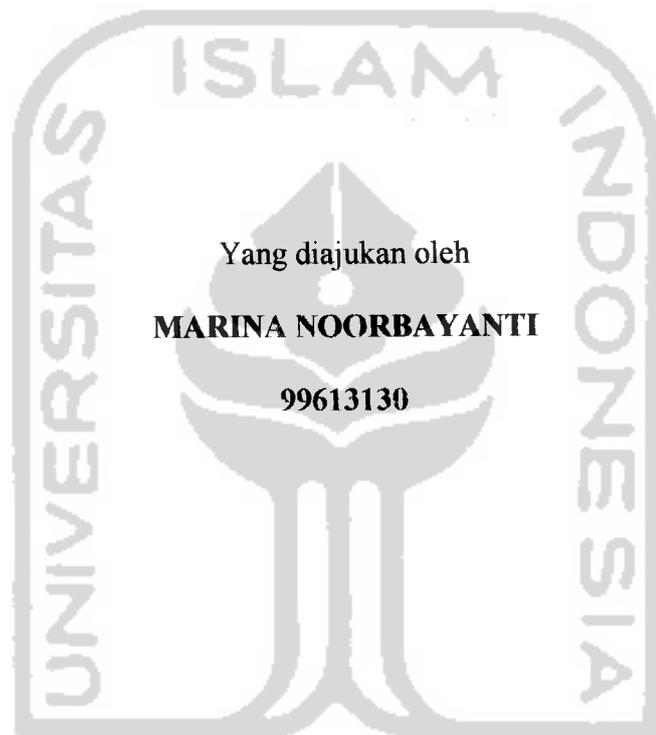
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

APRIL 2004

SKRIPSI

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYERAPAN
LOGAM Cu DAN Pb DALAM BUAH PEPAYA, MANGGA DAN PISANG**



Yang diajukan oleh
MARINA NOORBAYANTI
99613130

Telah disetujui oleh :

Pembimbing utama,

Drs. Zamul Kamal, Apt

Pembimbing Pendamping

Saepudin, S.Si., Apt



SKRIPSI

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYERAPAN
LOGAM Cu DAN Pb DALAM BUAH PEPAYA, MANGGA DAN PISANG**

Oleh :

MARINA NOORBAYANTI

99613130

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 1 Mei 2004

Ketua Penguji,

Drs. Zainul Kamal, Apt

Anggota Penguji,



Dra. Suparmi, M.Si., Apt

Anggota Penguji,



Saepudin, S.Si., Apt

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Maka Nugraha, M.Si

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Jogjakarta, April 2004

Penulis,

Marina Noorbayanti



HALAMAN PERSEMBAHAN

Allah mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantara kamu, dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui terhadap apa yang kamu lakukan.

(Q.S. Al-Mujadalah : 11)

"Ya Allah, berikanlah aku kemampuan untuk dapat memanfaatkan apa yang telah Kau berikan kepadaku, dan ajarkanlah kepadaku apa yang berguna bagiku, tambahkanlah ilmu pengetahuanku, segala puji bagi Allah atas segala sesuatu."

(H.R. Tirmizi dan Ibnu Majah dari Abu Hurairah ra)

Karya sederhana ini kupersembahkan untuk:

🕌 Allah SWT. Tiada daya dan upaya tanpa Pertolongan-Mu.

🕌 Bapak dan Ibu yang selalu mengiringi anakmu dengan do'a dan kasih sayang, semoga Allah meridloi semua amal dan ibadah kalian.

🕌 Kakak dan Ade, semoga Allah selalu menuntun kita dalam meraih surga-Nya.

🕌 Saudara-saudaraku seakidah, semoga Allah menjadikan kita Khairu Ummat dengan menegakkan Kafimatullah.

Semoga karya ini bisa berguna untuk kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi untuk membangun peradaban kaum muslimin.

Amin

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan Hidayah-Nya atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul “Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Logam Cu dan Pb dalam Buah Pepaya, Mangga dan Pisang”. Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan informasi kepada masyarakat mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Faktor-faktor ini perlu diketahui supaya masyarakat berhati-hati dalam menanam dan memilih buah-buahan yang digunakan untuk menambah nutrisi dalam tubuh.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan sepuh hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Zainul Kamal, Apt. selaku Pembimbing Utama, atas bimbingan, ilmu, nasihat dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Saepudin, S.Si., Apt. selaku Pembimbing Pendamping, atas bimbingan, ilmu, saran dan waktu yang telah diberikan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Suparmi M.Si, Apt., selaku penguji, atas ilmu, kritik dan saran yang telah diberikan kepada penulis.
4. Ibu Farida Hayati M.Si., Apt. selaku Ketua Jurusan Farmasi.
5. Bapak Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

6. Bapak dan Ibu Dosen, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga mendapat ridlo Allah SWT.
7. Seluruh Laboran di FMIPA UII dan Ibu Astuti di LAKFIP UGM terima kasih atas bantuan dan dan kerjasamanya.
8. Bapak, ibu, kakak, adik dan teman-teman yang sudah memberikan bantuan materi dan semangatnya.

Semua pihak yang telah memberikan dukungannya dalam penulisan skripsi ini, semoga Allah meridloi amal ibadah kata. Penulis menyadari segala kekurangan yang terdapat dalam penulisan ini, semoga saja tugas akhir ini dapat menambah wawasan keilmuan dan bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jogjakarta, April 2004

Penulis



DAFTAR ISI

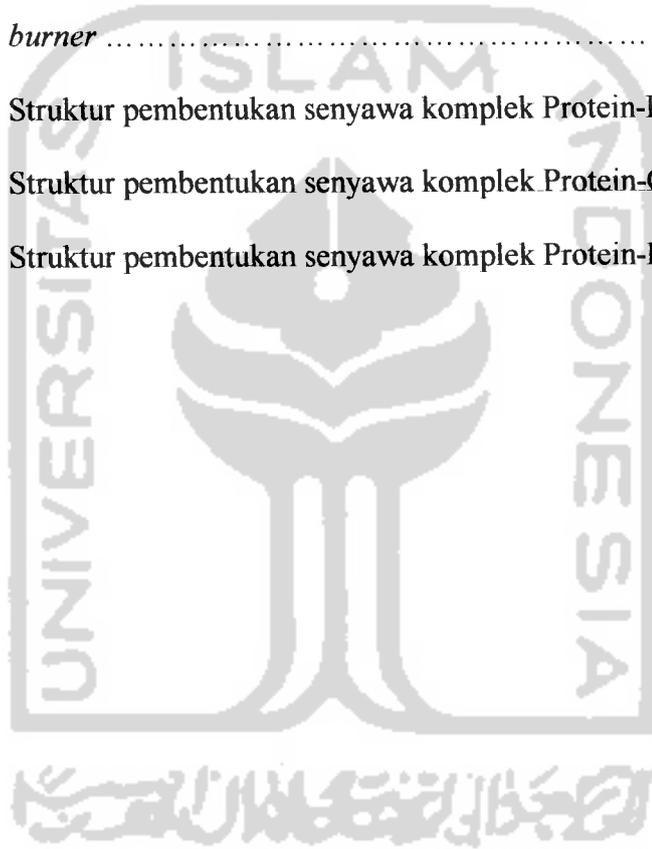
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	5
1. Pepaya, Mangga dan Pisang	5
a. Pepaya	5
b. Mangga	7
c. Pisang	9
2. Sumber Pencemaran	12
a. Pencemaran Udara	13

b. Pencemaran Air	14
c. Pencemaran Tanah	14
d. Pencemaran Logam Berat	15
1) Logam Cuprum (Cu)	15
2) Logam Plumbum (Pb)	17
3. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	18
a. Teknik Analisis SSA	18
b. Instrumentasi SSA	20
B. Landasan Teori	23
C. Hipotesis	25
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Bahan dan Alat	26
1. Bahan	26
2. Alat	26
B. Cara Penelitian	27
1. Pengumpulan sampel	27
a. Populasi	27
b. Teknik pengambilan sampel	27
2. Analisis sampel	27
a. Pembuatan larutan logam	27
b. Perendaman buah dalam larutan logam	27
c. Penambahan HNO ₃ pekat 6%	28
d. Penyaringan	28

e. Preparasi larutan standar.....	28
f. Optimasi Spektrofotometer	29
g. Analisis Cu dan Pb dalam sampel	29
C. Pengolahan Data Hasil Pengukuran	30
D. Analisis Statistika	31
1. Uji Anova	31
2. Uji Statistik-t	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Preparasi Sampel	32
B. Optimasi SSA	35
C. Hasil Penetapan Kadar Cu dan Pb dalam Buah Pepaya, Mangga dan Pisang	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I	Bagan susunan alat SSA	20
Gambar II	Diagram skematik lampu katoda cekung	21
Gambar III	Diagram skematik sistem <i>nebulizer- spray chamber- burner</i>	22
Gambar IV	Struktur pembentukan senyawa kompleks Protein-Pb	24
Gambar V	Struktur pembentukan senyawa kompleks Protein-Cu	41
Gambarl VI	Struktur pembentukan senyawa kompleks Protein-Pb	44



DAFTAR TABEL

Tabel I	Kandungan dan Komposisi Gizi Buah dan Daun Pepaya (Baga Kalie, 2002).....	7
Tabel II	Komposisi Kimia dan Nilai Makanan Buah Mangga (Anonim,2000).....	9
Tabel III	Kandungan Gizi Buah Pisang setiap 100 gram bahan segar. (Rukmana, 1999).....	12
Tabel IV	Hasil Optimasi Alat Spektrofotometer Serapam Atom.....	35
Tabel V	Hasil Perhitungan Kadar Cu dan Pb dalam Buah yang Tidak Direndam Larutan Logam	37
Tabel VI	Hasil Perhitungan Kadar Cu dalam Buah yang Direndam Larutan Logam.....	39
Tabel VII	Hasil Perhitungan Kadar Pb dalam Buah yang Direndam Larutan Logam	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Konsentrasi, Absorbansi dan Kurva Hubungan Konsentrasi dan Absorbansi	1
Lampiran 2	Data Uji Anova dan Uji-t	4



FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENYERAPAN LOGAM Cu DAN Pb DALAM BUAH PEPAYA, MANGGA DAN PISANG

INTISARI

Pepaya, mangga dan pisang adalah buah-buahan yang sering dikonsumsi manusia untuk menambah kecukupan gizi dalam tubuh. Tetapi buah-buahan ini akan berbahaya bagi tubuh apabila tercemar logam berat seperti Cu dan Pb. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan logam dalam buah antara lain tingkat pencemaran dalam lingkungan dan lamanya buah terpapar bahan pencemar dalam lingkungan dan jenis buah sehingga perlu dilakukan penelitian tentang hal ini. Penelitian dilakukan dengan merendam buah dalam larutan logam Cu dan Pb yang masing-masing dibuat dalam konsentrasi 1% dan 3% selama 3 hari dan 5 hari. Setelah masa perendaman selesai, buah dikupas kulitnya dan daging buahnya diris kecil dan ditambahkan HNO₃ pekat. Sampel dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA). Kadar Cu dan Pb diketahui dari persamaan regresi linier $Y = bX + a$. Persamaan yang diperoleh dalam penelitian ini untuk Cu (seri 1), $Y = 0,0073X - 0,0004$; Cu (seri 2), $Y = 0,0095X - 0,0003$; Pb, $Y = 0,0053X - 0,00006$. Analisis hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan uji statistik anova dan uji-t. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa faktor perendaman mempengaruhi penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Peningkatan konsentrasi logam Cu dan Pb menyebabkan peningkatan penyerapan logam sedangkan lama perendaman tidak selamanya menyebabkan peningkatan kadar logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Perbedaan jenis buah mempengaruhi tingkat penyerapan logam Cu dan Pb, dimana penyerapan logam dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga dan pepaya.

Key words : Buah, penyerapan, logam Cu, logam Pb, SSA.

SEVERAL FACTORS DETERMINING Cu AND Pb METAL ABSORPTION IN PAPAYA, MANGO AND BANANA FRUITS

ABSTRACT

Papaya, mango and banana are fruits often consumed by human to add nutrient sufficient in the body. However the fruits will be hazardously if befouled by heavy metal as like Cu and Pb. There are many factors that influence metal absorption in the fruits include degree of pollution on environment and long of fruit exposure polluter substance on environment and kind of fruits that necessary to researching about it. The research conducted with soak fruit in Cu and Pb metal solution that each of them made in 1% and 3% concentration during 3 and 5 days. After done soaking, remove peel the fruit and minced the flesh and add concentrated HNO_3 . The sample is analysed use by atom absorber spectrophotometry method (AAS). Degree of Cu and Pb is known from linier regression equation $Y = bX + a$. The equation of Cu (series 1), $Y = 0,0073X - 0,0004$; Cu (series 2), $Y = 0,0095X - 0,0003$; Pb $Y = 0,0053X - 0,00006$. The Result of research analysis conducted using by ANOVA statistic test and t-test. From the result be obtained that soaking and concentration of polluter factor are influence metal absorbent in papaya, mango, and banana fruits. Long of fruit exposure polluter isn't always influence metal absorbent in fruits. Kind of fruits difference is influence degree both of Cu and Pb metal absorption, which metal absorption in banana is greater than mango and papaya.

Key Words: Fruit, Absorption, Cu and Pb Metal, AAS.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) telah membawa pengaruh yang sangat besar bagi kehidupan manusia. Banyak hasil yang dapat dimanfaatkan dari Iptek yang dari tahun ke tahun selalu berkembang pesat, seperti kemajuan di bidang media informasi dan telekomunikasi, transportasi bahkan industrialisasi.

Kemajuan di bidang Iptek ini tidak hanya dirasakan oleh negara maju tetapi juga dirasakan oleh negara berkembang bahkan negara miskin pun tak luput untuk menikmati hasilnya. Mulai dari masyarakat atas, menengah dan bawah serta orang tua, pemuda bahkan anak-anakpun dapat dengan mudah menikmati buah dari kemajuan Iptek

Selain membawa dampak yang positif, ternyata kemajuan Iptek juga membawa dampak negatif terutama di bidang transportasi dan industrialisasi. Tidak bisa kita pungkiri bahwa selain membantu masyarakat, transportasi dan industrialisasi juga membawa masalah bagi masyarakat yaitu masalah pencemaran yang selalu menarik untuk dikaji baik oleh negara maju maupun negara berkembang.

Pencemaran merupakan hasil dari produk, limbah industri dan limbah rumah tangga yang dapat berbentuk gas, padat dan cair. Pencemaran bisa terjadi

di udara, tanah dan air dimana tiga komponen ini sangat mempengaruhi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup.

Air adalah salah satu komponen kehidupan yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Apabila air tercemar, maka akan menyebabkan rusaknya lingkungan karena air yang tercemar dapat mengakibatkan toksisitas pada makhluk hidup.

Air (sungai) merupakan salah satu alternatif bagi industri dan rumah tangga sebagai tempat akhir pembuangan limbah dan sampah. Dengan kenyataan yang ada maka tidak bisa dipungkiri lagi bahwa sungai tersebut pasti sudah tercemari oleh limbah industri dan limbah rumah tangga. Padahal air merupakan sarana penting bagi kehidupan dimana semua makhluk hidup mempergunakannya tidak terkecuali manusia. Selain untuk keperluan individu (minum, memasak, mandi, dll) air juga dipergunakan untuk mengairi sawah dan perkebunan terutama bagi para petani.

Air yang tercemar logam-logam berat seperti hydragyrum (Hg), plumbum (Pb), cuprum (Cu), cadmium (Cd), ferrum (Fe), bismuth (Bi), chromium (Cr) yang berasal dari limbah industri dan kendaraan bermotor apabila dalam jumlah yang berlebih maka akan mempengaruhi kesuburan tanah dan kualitas tanaman yang dihasilkan. Apabila tanah menyerap air yang tercemar sementara dengan air tercemar itu pula tanaman itu tumbuh dan memberikan hasil dan hasil dari tanaman tersebut juga akan tercemari oleh logam-logam yang kadarnya telah melampaui batas. Apabila hasil tanaman ini dikonsumsi oleh manusia maka akan timbul toksisitas pada tubuh manusia.



Banyak penelitian yang sudah membuktikan bahwa beberapa sayuran dan buah-buahan mengandung logam-logam berat. Dari penelitian tersebut didapat bahwa logam berat yang masuk ke dalam sayur dan buah melalui proses alamiah yaitu masuknya logam berat tersebut berasal dari penyerapan air oleh akar tanaman dimana akar merupakan pembentuk batang, daun, bunga dan buah.

Tetapi sampai saat ini belum diketahui apakah ada faktor lain yang menyebabkan logam-logam tersebut masuk ke dalam sayur dan buah. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai faktor-faktor lain yang mempengaruhi penyerapan logam pada buah dan sayur. Diantara faktor yang dapat diteliti adalah faktor lama pemaparan dan konsentrasi logam di dalam lingkungan.

B. Perumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan untuk mendapatkan pemecahan dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah perbedaan konsentrasi dan lama perendaman mempengaruhi penyerapan logam pada buah.
2. Apakah perbedaan jenis buah mempengaruhi penyerapan logam pada konsentrasi dan lama perendaman yang sama.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi logam terhadap tingkat penyerapan logam.
2. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis buah terhadap tingkat penyerapan logam pada konsentrasi dan lama perendaman yang sama.

D. Batasan Masalah

1. Buah yang digunakan dalam penelitian adalah buah pepaya, mangga arummanis dan pisang meja yang masih muda (mentah) dan tumbuh di daerah yang jauh dari pencemaran.
2. Logam yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam Cu dan Pb dalam bentuk garam yaitu CuSO_4 dan $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Pepaya, Mangga dan Pisang

a. Pepaya

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Pusat penyebaran tanaman diduga berada di daerah sekitar Meksiko bagian selatan dan Nikaragua. (Baga Kalie, 2002).

Kedudukan tanaman pepaya dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub-divisi : Angiosperma

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Caricales

Famili : Caricaceae

Spesies : *Carica papaya* L.

(Rukmana, 1994).

Pepaya merupakan tanaman herba. Batangnya berongga, biasanya tidak bercabang, dan tingginya dapat mencapai 10 m. Daunnya merupakan daun tunggal, berukuran besar, dan bercangap. Tangkai daun panjang dan berongga. Bunganya terdiri dari tiga jenis, yaitu bunga jantan, bunga betina, dan bunga

sempurna. Bentuk buah bulat sampai lonjong. Batang, daun, dan buahnya mengandung getah yang memiliki daya enzimatis, yaitu dapat memecah protein. Pertumbuhan tanaman pepaya termasuk cepat karena antara 10-12 bulan setelah ditanam buahnya telah dapat dipanen. (Baga Kalie, 2002)

Buah pepaya tergolong buah yang populer dan digemari oleh hampir seluruh penduduk penghuni bumi ini. Daging buahnya lunak dengan warna merah atau kuning. Rasanya manis dan menyegarkan karena mengandung banyak air. Nilai gizi buah ini cukup tinggi karena mengandung banyak provitamin A dan vitamin C, juga mineral kalsium. Selain itu, dengan mengkonsumsi buah ini akan memudahkan buang air besar. Oleh karena teksturnya yang lunak dan nilai gizinya yang tinggi maka buah ini sangat baik diberikan untuk anak-anak dan orang yang berusia lanjut. (Baga Kalie, 2002).

Secara umum tanaman pepaya dapat tumbuh pada berbagai jenis lahan. Namun demikian, lahan yang kaya bahan organik, drainase dan aerasinya baik, serta mempunyai pH 6,5-7 merupakan lokasi ideal untuk penanaman pepaya. Lahan yang lembab merupakan tempat yang cocok untuk tanaman pepaya. Namun, lahan jangan sampai tergenang air karena akar akan membusuk lalu mati. Bila tanaman sampai tergenang air 2-3 hari saja, akibatnya akan fatal. Tanaman-tanaman akan mati semuanya. Oleh karena itu, drainase atau pengaturan pembuangan air yang berlebihan mutlak perlu dilakukan pada usaha tani tanaman pepaya. (Baga Kalie, 2002).

Tabel I. Kandungan dan Komposisi Gizi Buah dan Daun Pepaya dalam tiap 100 gram bahan (Rukmana, 1995)

Komposisi gizi	Kandungan gizi	
	Buah	Daun
Kalori	46,00 kal	79,00 kal
Protein	0,50 g	8,00 g
Lemak	-	2,00 g
Karbohidrat	12,20 g	11,90 g
Kalsium	23,00 mg	353,00 mg
Fosfor	12,00 mg	63,00 mg
Zat Besi	1,70 mg	0,80 mg
Vitamin A	365,00 SI	18.250,00 mg
Vitamin B1	0,04 mg	0,15 mg
Vitamin C	78,00 mg	140,00 mg
Air	86,70 g	75,40 g

b. Mangga

Buah mangga banyak dikenal dan disukai orang di mana-mana. Bentuknya bermacam-macam dengan warna dan rasa yang berbeda-beda. Buah mangga banyak mengandung vitamin, antara lain vitamin A, B, C dan B2. (Anonim, 2003).

Tanaman mangga mempunyai toleransi tumbuh yang tinggi, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, dengan keadaan volume curah hujan sedikit atau banyak. Temperatur untuk pertumbuhan optimum tanaman mangga lebih kurang 24-27°C. (Anonim, 2003).

Buah mangga yang biasanya dijual di toko-toko pada umumnya adalah mangga manalagi, mangga arum manis, mangga gadung dan lain-lainnya, yang kesemuanya ini termasuk :

Spesies : *Mangifera indica* L.

Genus : *Mangifera*.

Famili : Anacardiaceae.

Ordo : Sapindales

Kelas : Dicotyledoneae

Sub divisi : Angiospermae

Divisi : Spermatophyta

(Anonim, 2003).

Pohon mangga termasuk pohon buah-buahan berkeping dua atau kembar (dicotylen), akar-akarnya tumbuh jauh masuk ke dalam tanah sampai berpuluh-puluh meter; batangnya lurus, besar dan kuat. Pohon yang tua diameter batang dapat mencapai lebih dari 100 cm, berkulit tebal. Mahkota daun luas dan rimbun, umurnya dapat mencapai lebih dari 50 tahun. (Anonim, 2003).

**Tabel II. Komposisi Kimia dan Nilai Makanan Buah Mangga
(Anonim,2003)**

Unsur-unsur yang terkandung	Nilai rata-rata buah mangga	
	Masih mentah	Sudah masak
Air	90,0 %	86,1 %
Protein	0,7 %	0,6 %
Lipid/lemak	0,1 %	01 %
Gula	8,8 %	11,8 %
Serat	-	1,1 %
Bahan mineral	0,4 %	0,3 %
Kapur	0,01 %	0,01 %
Fosfor	0,02 %	0,02 %
Besi	4,5 mg/g	0,3 mg/gr
Vitamin :		
Vitamin A	150 I.U.	4800 U.I.
Riboflamin (Vit. B2)	0,03 mg/100 g	0,05 mg/100 g
Thiamin (Vit. B1)	-	0,04 mg/100 g
Vitamin C	3 mg/100 g	13 mg/100 g

c. Pisang

Kedudukan tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Subdivisi : Angiospermae (bebiji tertutup)

Kelas : Monocotyledonae (bii berkeping satu)

Ordo : Scitamine

Famili : Musaceae

Subfamili : Muscoideae

Genus : Musa

Spesies : *Musa paradisiacal* Linn.

(Rukmana, 1999).

Pisang yang sudah umum dibudidayakan dan buahnya enak dimakan disebut *M. paradisiaca* Linn. Jenis pisang ini merupakan keturunan dari hasil persilangan antara pisang kole (*M. acuminata* Colla) dan pisang klutuk (*M. balbisiana*). (Rukmana, 1999).

Suku pisang-pisangan mempunyai spesies cukup banyak, diantaranya adalah kerabat dekat pisang liar atau pisang hutan. Misalnya, pisang lilin (*M. zehnerina* van Houtte), pisang kole beurit (*M. salaccensis* Zoll), dan pisang manila atau Abaca (*M. textilis* Nee). Beberapa jenis pisang liar dari kelompok *Heliconia* sp. dewasa ini sudah dibudidayakan sebagai tanaman hias. (Rukmana, 1999).

Sistem perakaran tanaman pisang keluar (tumbuh) dari bonggol (*corm*) bagian samping dan bawah, berakar serabut, dan tidak memiliki akar tunggang. Pertumbuhan akar pada umumnya berkelompok menuju arah samping (meendatar) di bawah permukaan tanah, dan ke arah dalam (bawah) mencapai sepanjang 4m-5m, namun daya jangkau akar hanya menembus pada kedalaman tanah antara 150 cm-200 cm. (Rukmana, 1999).

Batang pisang dibedakan atas dua macam, yaitu batang asli yang disebut bonggol (*corm*) dan batang palsu atau batang semu. Bonggol (*corm*) terletak di bawah permukaan tanah dan mempunyai beberapa mata (*pink eye*) sebagai cikal bakal anakan, dan merupakan tempat melekatnya akar. Batang semu tersusun dari pelepah-pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak dan kokoh di atas permukaan tanah. (Rukmana, 1999).

Bentuk daun pisang pada umumnya panjang lonjong dengan lebar tidak sama, bagian ujung daun tumpul, dan tepinya rata. Letak daun terpancar dan

tersusun dalam tangkai berukuran relatif panjang dengan helai daun yang mudah robek. (Rukmana, 1999).

Bunga pisang yang disebut “jantung” atau ontong keluar (tumbuh) dari ujung batang. Susunan bunga terdiri atas daun-daun pelindung yang saling menutupi dan bunga-bunganya terletak pada tiap ketiak di antara daun pelindung membentuk sisir. Bunga pisang termasuk bunga berumah satu. Letak bunga betina berada di bagian pangkal, sedangkan bunga jantan di tengah, dan bunga sempurna di bagian ujung. (Rukmana, 1999).

Buah pisang tersusun dalam tandan. Tiap tandan terdiri atas beberapa sisir, dan tiap sisir terdapat 6-22 buah pisang atau tergantung pada varietasnya. Buah pisang pada umumnya tidak berbiji atau disebut $3n$ (*triploid*), kecuali pada pisang batu (klutuk) bersifat diploid ($2n$). Proses pembuahan tanpa menghasilkan biji disebut “partenokarpi”. (Rukmana, 1999).

Ukuran buah pisang bervariasi, panjangnya berkisar antara 10 cm-18 cm dengan diameter sekitar 2,5 cm-4,5 cm. Buah berlinggir 3-5 alur, bengkok dengan ujung meruncing atau membentuk leher botol. Daging buah (*mesocarpa*) tebal dan lunak. Kulit buah (*epicarpa*) yang masih muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi kuning dan strukturnya tebal sampai tipis. (Rukmana, 1999).

Tabel III. Kandungan Gizi Buah Pisang setiap 100 gram bahan segar (Rukmana, 1999)

Kandungan gizi	Jenis Pisang					
	Ambon	Raja	Susu	Uli	Mas	Lampung
Kalori (kal)	9,90	12,00	118,00	146,00	127,00	99,00
Protein (g)	1,20	1,20	1,20	2,00	1,40	1,30
Lemak (g)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Karbohidrat (g)	25,80	31,80	31,10	38,20	33,60	25,60
Kalsium (mg)	8,00	10,00	7,00	10,00	7,00	10,00
Fosfor (mg)	28,00	22,00	29,00	28,00	25,00	19,00
Zat Besi (mg)	0,50	0,80	0,30	0,90	0,80	0,90
Vit. A (SI)	146,00	950,00	112,00	75,00	79,00	618,00
Vit. B1 (mg)	0,08	0,06	0,00	0,05	0,09	0,00
Vit. C (mg)	3,00	10,00	4,00	3,00	2,00	4,00
Air (g)	72,00	65,80	67,00	59,10	64,20	72,00

2. Sumber Pencemaran

Secara umum, istilah pencemaran digunakan untuk menunjukkan benda-benda berbahaya yang dimasukkan oleh manusia ke dalam lingkungan. Pencemaran dapat didefinisikan sebagai pelepasan zat-zat asing dalam jumlah melebihi batas dari yang diijinkan ke dalam lingkungan. (Michael, 1994).

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masuknya dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran. (Palar, 1994).



Suatu lingkungan hidup dapat dikatakan tercemar apabila telah terjadi perubahan-perubahan dalam tatanan lingkungan itu sehingga tidak sama lagi dengan bentuk asalnya, sebagai akibat dari masuk atau dimasukkannya suatu zat atau benda asing ke dalam tatanan lingkungan itu. Perubahan yang terjadi sebagai akibat dari kemassukan benda asing itu, memberikan pengaruh (dampak) buruk terhadap organisme yang sudah ada dan hidup dengan baik dalam tatanan lingkungan tersebut. Sehingga pada tingkat lanjut dalam arti bila lingkungan tersebut telah tercemar dalam tingkatan yang tinggi, dapat membunuh bahkan menghapuskan satu atau lebih organisme yang tadinya hidup normal dalam tatanan lingkungan itu. Jadi pencemaran lingkungan adalah terjadinya perubahan dalam suatu tatanan lingkungan asli menjadi suatu tatanan baru yang lebih buruk dari tatanan aslinya. (Palar,1994)

a. Pencemaran Udara

Modernisasi dan kemajuan teknologi di dalam kehidupan telah menyebabkan pencemaran udara yang serius. Walaupun ada kemungkinan untuk membersihkan air dan memperbaiki daratan yang tidak sedap dipandang mata, maka tidak banyak yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas udara. Tercemar atau tidak kita harus menghisap udara sebagaimana adanya. Pencemar-pencemar atmosfer dapat berupa partikulat (padatan yang sangat kecil atau tetesan-tetesan cairan) atau berupa gas. Partikel-partikel padatan yang paling sering adalah jelaga, timbal, dan oksida-oksida besi. Banyak partikel padat ini yang amat kecil sehingga ditangkap oleh rambut dan lapisan lendir di bagian teratas saluran pernafasan dan kemudian terbawa ke dalam alveoli paru-paru.

Jelanga yang merupakan pecahan-pecahan karbon, dapat menghisap belerang dioksida yang secara normal akan ditangkap oleh lapisan lendir. (Michael, 1994).

b. Pencemaran Air

Banyak air tawar yang tercemar oleh sisa-sisa pembuangan kotoran dan cairan pembuangan industri yang masuk ke dalam sungai-sungai. Hal ini menyebabkan zat-zat beracun yang terdapat pada cairan pembuangan tersebut terlarut dan terbawa masuk ke dalam laut. Cairan buangan adalah sisa-sisa pembuangan dalam suatu bentuk cairan yang dihasilkan dari proses industri dan kegiatan rumah tangga. Pencemaran air oleh cairan ini berupa zat-zat racun, bahan-bahan yang mengendap atau deoksigenasi. Cairan buangan hasil industri mencakup benda-benda beracun seperti asam, basa, krom, fenol, sianida, insektisida, bahan-bahan kimiawi untuk pertanian, klor, ammonia, hidrogen sulfida dan garam-garam logam berat seperti tembaga, timbal, seng dan air raksa. Walaupun dalam jumlah yang sangat kecil, timbal, seng, dan tembaga dapat menghilangkan semua bentuk kehidupan hewan di sungai tersebut. (Michael, 1994).

c. Pencemaran Tanah

Tanah merupakan bagian tertipis dari seluruh lapisan bumi, tetapi pengaruhnya terhadap kehidupan sangat besar. Tanah adalah tempat produksi sebagian besar makanan bagi makhluk hidup. Jenis tanah serta kandungannya juga menentukan kapasitas pertukaran ion, yang menjadi penting dalam proses terjadinya pencemaran tanah, terutama pencemaran zat kimia dan logam-logam. Apabila logam tadi dipakai oleh akar tanaman, maka sebagai gantinya didapat ion

hidrogen. Proses ini bersama dengan melarutnya Ca, Mg, dan lain-lainnya dalam tanah yang mengandung asam karbonat, cenderung membuat tanah menjadi asam. (Soemirat, 2002)

d. Pencemaran Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dari atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. (Palar, 1994).

Logam-logam dari dalam bumi digolongkan sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Berdasarkan pada kelimpahannya di dalam bumi, logam-logam kemudian dapat digolongkan lagi atas kelompok logam yang berlimpah dan jarang. Kelompok logam berlimpah adalah logam-logam yang ditemukan dalam jumlah banyak pada lapisan tanah dan atau batuan bumi. Sebagai contoh dari kelompok ini adalah Fe, Al, Cr, Mn, Ti, dan Mg. Adapun kelompok logam jarang adalah logam-logam yang ditemukan sedikit-sedikit dalam lapisan tanah dan batuan bumi. Sebagai contoh dari kelompok logam adalah Cu, Cd, Pb, Zn, Sn, W, Au, Ag, Pt, U, Hg, Mo, dan lain-lain. (Palar, 1994).

1). Logam Cu

Tambahan dengan nama kimia *cuprum* dilambangkan dengan Cu. Logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Sebagai logam berat, Cu berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial : artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat

dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan terjadi dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait. (Palar, 1994).

Kebutuhan manusia terhadap Cu cukup tinggi. Manusia dewasa membutuhkan sekitar 30 μg Cu perkilogram berat tubuh. Pada anak-anak jumlah Cu yang dibutuhkan adalah 40 μg perkilogram berat tubuh, sedangkan pada bayi dibutuhkan 80 μg per-kilogram berat tubuh. (Sumber :WHO, 1973-cit.Friebeg-1977).

Konsumsi tembaga yang baik bagi manusia adalah 2,5 mg/kg berat tubuh/hari bagi orang dewasa dan 0,05 mg/kg berat tubuh/hari untuk anak-anak dan bayi. (Palar, 1994).

Toksisitas Cu :

Efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat terpaparnya oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas. Pada manusia, keracunan Cu secara kronis dapat dilihat dengan timbulnya penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala penyakit dari penyakit Wilson ini adalah terjadi *hepatic cirrhosis*, kerusakan pada otak dan *demyelinasi*, serta terjadinya penurunan kerja ginjal dan pengendapan Cu dalam kornea mata. Penyakit Kinsky dapat diketahui dengan terbentuknya rambut yang kaku dan berwarna kemerahan pada penderita. Sementara pada hewan seperti kerang, bila dalam tubuhnya telah terakumulasi dalam jumlah tinggi maka bagian otot tubuhnya akan

memperlihatkan warna kehijauan. Hal itu dapat menjadi petunjuk apakah kerang tersebut masih bisa dikonsumsi oleh manusia. (Palar, 1994).

2). Logam 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 atau berat atom (BA) 207,2. (Palar, 1994).

Dahulu timbal atau plumbum (Pb) digunakan sebagai konstituen di dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin. Pb organik (TEL = tetra ethyl lead) sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan.

Penyebaran logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi. (Palar, 1994).

Pb adalah racun sistemik. Keracunan Pb akan menimbulkan gejala: rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, gangguan Gastro Intestinal (kerusakan ginjal), *anorexia*, muntah-muntah, *kolik*, *encephalitis*, *wrist drop*, *irritable*, perubahan kepribadian, kelumpuhan, dan kebutaan. *Basophilic stippling* dari sel darah merah merupakan gejala patognomonis bagi keracunan Pb. Gejala lain dari keracunan ini berupa anemia dan *albuminuria*.

Pb organik cenderung menyebabkan encephalopathy. Pada keracunan akut, terjadi gejala meninges dan cerebral, diikuti dengan stupor, coma, dan

kematian. Tekanan *liquor cerebro-spinalis* (LCS) tinggi, insomnia, dan somnolence. (Soemirat).

3. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Teknik ini digunakan untuk menetapkan kadar ion logam tertentu dengan jalan mengukur intensitas emisi atau serapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh uap atom unsur yang ditimbulkan dari bahan, misalnya dengan mengalirkan larutan zat ke dalam nyala api. (Anonim, 1995).

Metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar. (Khopkar, 2002).

a. Teknik Analisis SSA

Teknik analisis yang digunakan pada metode Spektrofotometer Serapan Atom adalah :

1). Metode Standar Tunggal

Metode sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya (C_{std}). Selanjutnya absorbansi larutan standar (A_{std}) dan absorbansi larutan sampel (A_{smp}) diukur dengan spektrofotometri. Dari hukum Beer diperoleh :

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

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

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

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

sehingga,

$$A_{std} / C_{std} = A_{smp} / C_{smp}$$

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

2). Metode Kurva Kalibrasi

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut dengan SSA. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope = a.b. Konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diinterpolasikan ke dalam kurva kalibrasi atau dimasukkan ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linier pada kurva kalibrasi.

3). Metode Addisi Standar

Metode ini dipakai secara luas karena mampu menimbulkan kesalahan yang disebabkan oleh perpindahan kondisi lingkungan (matriks) sampel atau 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 absorbansi tanpa ditambah zat standar, sedangkan larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dahulu dengan sejumlah tertentu larutan standar dan diencerkan seperti pada larutan pertama.

Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut :

$$A_x = k \cdot C_x \qquad A_T = k(C_s + C_x)$$

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)

$A_T = \text{Absorbansi zat sampel} + \text{zat standar}$

Jika kedua persamaan diatas digabung, akan diperoleh :

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

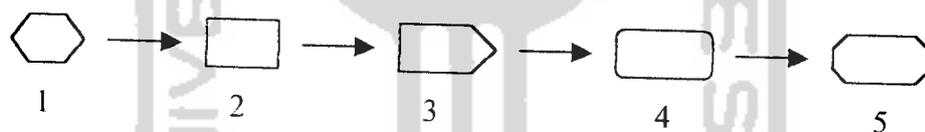
Konsentrasi zat dalam sampel (C_x) dapat dihitung dengan mengukur A_x dan A_T dengan spektrofotometer. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standar dapat pula dibuat suatu grafik antara A_T lawan C_s , garis lurus yang diperoleh diekstrapolasi ke $A_T = 0$, sehingga diperoleh :

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

(Sastrohamidjojo, 1999)

b. Instrumentasi SSA

Komponen alat SSA digambarkan dalam diagram berikut :



Gambar 1. Bagan susunan alat SSA.

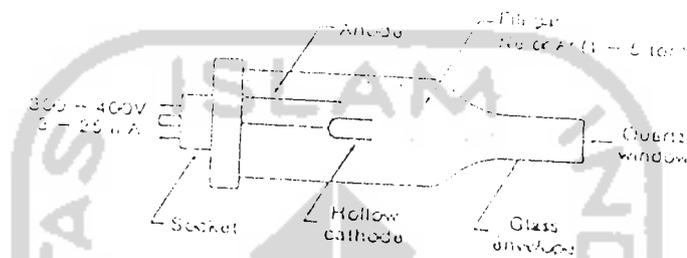
Keterangan :

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1). Sumber radiasi | 4). Detektor |
| 2). Atomizer | 5). Pencatat hasil |
| 3). Monokromator | |

1). Sumber Radiasi

Seperangkat sumber yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur spesifik tertentu dikenal sebagai lampu pijar *hollow katode*. Lampu ini memiliki dua elektroda, satu diantaranya berbentuk silinder dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisis. Lampu ini diisi dengan gas mulia

betekanan rendah yaitu Ar dan Ne. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar, dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu.



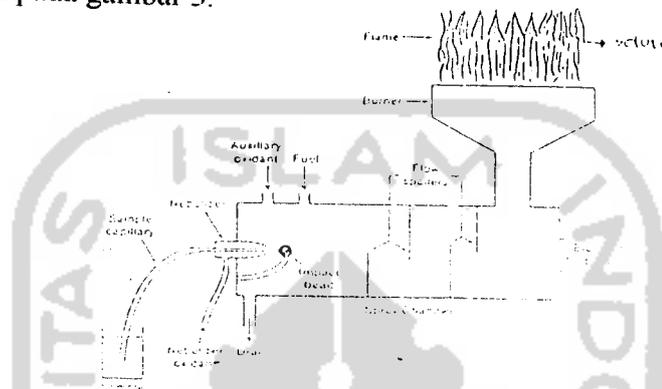
Gambar 2. Diagram skematik lampu katoda cekung

2). Atomizer

Atomizer adalah alat atomisasi. Yang dimaksud dengan proses atomisasi adalah proses pengubahan sampel dalam bentuk larutan menjadi spesies atom dalam nyala. Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala maupun dengan tungku. Untuk mengubah unsure metalik menjadi uap atau hasil disosiasi diperlukan energi panas. Temperatur harus benar-banar terkendali dengan sangat hati-hati agar proses atomisasinya sempurna. Ionisasi harus dihindarkan dan ini dapat terjadi bila temperatur terlalu tinggi.

Bahan bakar dan gas oksidator dimasukkan dalam kamar pencampur kemudian dilewatkan melalui *buffle* menuju ke pembakar. Nyala akan dihasilkan. Sampel dihisap masuk ke kamar pencampur. Hanya tetesan kecil yang dapat melalui *buffle*.

Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol biasanya dihasilkan oleh nebulizer (pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot (chamber spray). Gabungan subsistem *nebulizer-spray chamber-burner* diberikan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram skematik sistem *nebulizer-spray chamber-burner*

Secara luas nyala yang dipakai untuk pengukuran analitik adalah udara asetilen dan nitrous oksida-asetilen sehingga kondisi analisis yang sesuai untuk kebanyakan analit (unsur yang dianalisis) dapat menggunakan metode-metode emisi, absorpsi dan juga fluoresensi.

a). Nyala udara asetilen

Biasanya menjadi pilihan untuk analisis menggunakan SSA, temperatur nyalanya yang lebih rendah mendorong terbentuknya atom netral dan dengan nyala yang kaya bahan bakar pembentukan oksida dari banyak unsur dapat diminimalkan.

b). Nitrous oksida-asetilen

Dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur-unsur yang mudah membentuk oksida dan sulit terurai. Hal ini disebabkan temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi. Unsur-unsur tersebut adalah : Al, B, Mo, Si, Sn, Ti, V dan W.

3). Monokromator

Monokromator yang dipakai harus mampu memberikan resolusi yang terbaik. Ada dua bentuk monokromator yang dipakai yaitu monokromator celah dan kisi difraksi. Monokromator sudah jelas harus ditempatkan di antara nyala dan detektor. Sumber radiasi semula dipakai lampu wolfram yang menghasilkan radiasi yang sinambung. Akan tetapi lampu wolfram memberikan intensitas yang diteruskan sangat kecil. Sumber radiasi yang dipakai tidak perlu harus sinambung, tetapi harus mempunyai garis spektrum yang sama dengan garis resonansi.

4). Detektor

Detektor pada SSA berfungsi mengubah intensitas radiasi yang datang menjadi arus listrik. Pada SSA yang umum dipakai sebagai detektor adalah tabung penggandaan foton (PMT = Photo Multipiler Tube Detector).

5). Pencatat Hasil

Piranti baca dapat berupa galvanometer sederhana, voltmeter digital, atau potensiometer perekam pena tinta; untuk laboratoria dengan beban yang berat, keluaran penguat dapat didigitkan dan diproses dengan komputer.

B. Landasan Teori

Logam merupakan bahan pencemar kimia yang sangat membahayakan kelestarian lingkungan. Arsen (As), merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) adalah jenis logam yang termasuk kelompok logam yang beracun, yang berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Beberapa logam lain yang juga cukup

yang masuk ke dalam tubuh akan diolah untuk dapat dimanfaatkan tubuh. Metabolisme dari bahan-bahan beracun merupakan faktor penentu utama terhadap daya racun dari zat terkait.

Banyaknya kandungan logam seperti Cu dan Pb dalam bahan makanan dan tanaman tergantung dari tingkat pencemaran yang ditimbulkan oleh lingkungan baik pencemaran air, tanah maupun udara. Pencemaran logam berat sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup makhluk hidup termasuk manusia. Logam yang bersifat toksik tersebut apabila terakumulasi dalam tubuh dalam jumlah yang melampaui batas maka akan mengganggu kesehatan manusia dan menimbulkan penyakit bahkan sampai pada kematian.

C. Hipotesis

Dari perumusan masalah dan tujuan penelitian maka diajukan beberapa hipotesis :

1. Lama waktu perendaman dan perbedaan konsentrasi akan mempengaruhi tingkat penyerapan logam Cu dan Pb dalam buah pepaya, mangga dan pisang.
2. Ada perbedaan tingkat penyerapan logam Cu dan Pb dalam buah pepaya, mangga dan pisang.

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

1. Bahan

- a. Bahan utama penelitian : Sampel buah pepaya, mangga dan pisang yang tumbuh di daerah jalan kaliurang km 14 yang jauh dari pencemaran.
- b. Bahan pendukung : Aquadest, HNO₃ 65%, Pb asetat, Cu sulfat.

2. Alat

- a. Alat utama : Spektrofotometer Serapan Atom Hitachi Polarized Zeeman.
- b. Alat-alat pendukung : Timbangan digital listrik, kompor listrik, gelas beker, gelas ukur 10 ml, vial, kertas timbang, kertas saring, biodata sampel.

B. Cara Penelitian

1. Pengumpulan sampel

a. Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya, mangga dan pisang yang tumbuh di daerah tidak padat kendaraan di Jogjakarta. Lokasi tumbuhnya buah adalah disekitar Jalan Kaliurang km 14.

b. Teknik pengambilan sampel

Sampel diambil secara random tanpa mengabaikan kualitas sample dimana sample yang diambil adalah sampel yang kualitasnya masih baik. Sampel yang diambil langsung dipetik dari pohon. Sampel yang diambil terdiri atas pepaya, mangga dan pisang dimana tiap sampel dilakukan replikasi sebanyak 3 kali.

2. Analisis sampel

a. Pembuatan larutan logam

Untuk pembuatan larutan logam 1% maka ditimbang serbuk Cu sulfat dan Pb asetat sebanyak 10,0 g dilarutkan dalam air 1000 l, sedangkan untuk pembuatan larutan logam 3% maka ditimbang serbuk Cu sulfat dan Pb asetat 30,0 g dilarutkan dalam air 1000 l.

b. Perendaman buah dalam larutan logam

Buah yang sudah dipetik dari pohon direndam dalam larutan logam 1% dan 3% di dalam wadah plastik selama 3 hari dan 5 hari. Jumlah buah pada masing-masing wadah adalah 6 buah.

c. Penambahan HNO_3 pekat 65 %

Disiapkan gelas beker yang sudah dibersihkan dengan air kemudian sampel yang sudah diiris-iris seberat 1,15 g dimasukkan ke dalamnya, dipanaskan di atas kompor listrik dan ditambahkan HNO_3 pekat. Jumlah HNO_3 pekat yang ditambahkan tidak ditentukan volumenya. Penambahan HNO_3 pekat dihentikan pada saat larutan sampel sudah mulai jernih.

d. Penyaringan

Penyaringan larutan sampel dilakukan dengan kertas saring. Larutan sampel yang sudah disaring diambil sebanyak 2,0 ml kemudian diencerkan dengan akuabides sampai 10,0 ml. Larutan sampel yang sudah diencerkan dimasukkan dalam vial dan ditutup rapat serta diberi label.

e. Preparasi larutan standar

Preparasi larutan standar dilakukan dengan membuat larutan Cu dan Pb yang sudah ditetapkan kadarnya yang kemudian akan diukur absorbansinya sehingga dapat diketahui hubungan antara konsentrasi dan absorbansi pada larutan standar.

Dibuat suatu seri larutan Cu untuk pembuatan kurva baku dengan variasi kadar (mg/ml). Larutan Cu yang dibuat ada 2 jenis yaitu larutan standar yang digunakan untuk menentukan kadar Cu dalam buah yang mendapat perlakuan (perendaman) dengan seri kadar : 0,50 ; 1,00 ; 5,00 ; 10,00 ; 15,00 ; 20,00. Dibuat pula larutan standar Cu untuk menentukan kadar Cu pada buah yang tidak mendapat perlakuan (perendaman) dengan seri kadar : 0,40 ; 0,80 ; 1,60 ; 3,20 ; 6,40.



Dibuat pula larutan Pb dengan seri kadar : 0,20 ; 0,40 ; 0,80 ; 1,60 ; 3,20 ; 6,40 .

Hasil pengukuran absorbansi larutan standar dapat dilihat pada lampiran 1.

f. Optimasi Spektrofotometer

Sebelum dilakukan penetapan kadar, terlebih dahulu dilakukan optimasi terhadap spektrofotometer dengan langkah sebagai berikut :

- 1) Dipilih lampu dan diletakkan pada SSA.
- 2) Arus lampu *hollow cathode* dioptimasi.
- 3) Lebar celah dioptimasi.
- 4) Kedudukan lampu terhadap *focus slit* diperiksa.
- 5) Panjang gelombang (λ) dioptimasi.
- 6) Set monokromator untuk memberikan sinyal maksimum.
- 7) Dipilih nyala udara tekan-asetilen.
- 8) Kecepatan udara tekan dioptimasi.
- 9) Kecepatan asetilen diptimasi.
- 10) Burner dioptimasi supaya memberikan absorbansi maksimum.

Optimasi analisis unsur-unsur Cu dan Pb dilakukan dengan pengamatan maksimum pada panjang gelombang yang maksimum pada masing-masing unsur pada setiap perubahan laju alir cuplikan, laju alir asetilen, tinggi pembakar dan arus lampu.

g. Analisis Cu dan Pb dalam sampel

Setelah pengaturan selesai maka dilakukan analisis sampel yang sudah disiapkan. Sebelum dilakukan analisis sampel terlebih dahulu dilakukan pemanasan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) selama 5 sampai 10 menit.

Sampel standar yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam alat SSA untuk dianalisis sehingga didapat kurva standar. Sampel buah yang akan dianalisis dipersiapkan untuk diketahui kadar logam pada sampel tersebut. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi FMIPA UII. Untuk analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Pusat UGM.

C. Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Data yang diperoleh adalah data absorbansi. Data absorbansi larutan standar digunakan untuk menentukan persamaan kurva baku dalam bentuk persamaan garis lurus, yaitu : $y = Bx + A$. Data absorbansi larutan sampel digunakan untuk menentukan kadar logam dalam sampel dengan jalan memasukkan data tersebut ke dalam persamaan kurva baku yang telah diperoleh. Kadar logam (ppm) yang sebenarnya dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$C = \frac{C_{\text{reg}} \times P \times V}{B}$$

Dimana :

C = kadar unsur sebenarnya dalam sampel ($\mu\text{g/g}$)

C_{reg} = kadar unsur yang diperoleh dari kurva standar ($\mu\text{g/ml}$)

P = faktor pengenceran

V = volume larutan sampel (ml)

B = berat sampel (g)

D. Analisis Statistika

1. Uji Anova

Uji Anova dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan kadar Cu dan Pb pada masing-masing buah yang direndam dalam larutan logam apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak.

2. Uji Statistik-t

Data yang telah diperoleh dalam analisis laboratorium akan dilakukan uji hipotesis menggunakan pengujian dua sampel (uji t) dengan tingkat signifikan = 0,05. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan rata-rata kadar Cu dan Pb pada buah yang direndam dalam larutan logam dengan kadar dan lama perendaman yang sudah ditentukan.

Ketentuan :

- a. Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan.
- b. Jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$, maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Sampel

Buah yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya, mangga dan pisang. Ketiga buah ini paling sering dikonsumsi oleh manusia untuk memenuhi kecukupan gizi pada tubuh.

Buah pepaya, mangga dan pisang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pohon yang tumbuh di daerah yang tingkat pencemaran lingkungannya rendah atau jauh dari daerah pencemaran yaitu jalan kaliurang km 14. Hal ini dilakukan supaya logam yang terdapat pada buah benar-benar murni berasal dari larutan logam yang dibuat untuk merendam buah-buahan tersebut dengan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda sehingga dapat diketahui perbedaan konsentrasi logam yang terdapat dalam buah setelah perendaman.

Sebelum buah-buahan tersebut direndam dalam larutan logam dengan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda-beda, terlebih dahulu dilakukan pembuatan larutan logam Cu sulfat dan Pb asetat. Larutan yang dibuat tidak dalam bentuk larutan logam murni tetapi logam dalam bentuk garamnya karena logam yang terdapat di alam biasanya tidak dalam bentuk murni tetapi berikatan dengan senyawa-senyawa lain. Kedua larutan ini akan digunakan untuk merendam buah-buahan. Dibuat dua macam konsentrasi larutan logam yaitu 1% dan 3%, hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah perbedaan konsentrasi dapat mempengaruhi penyerapan logam dalam buah. Pembuatan larutan logam ini

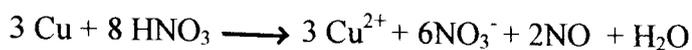
dilakukan dengan cara menimbang serbuk logam dalam bentuk garamnya sebanyak 10,0 g dan 30,0 g kemudian masing-masing dilarutkan dalam air sebanyak 1,0 liter.

Setelah larutan siap, buah-buahan yang sudah dipetik direndam dalam larutan logam pada masing-masing konsentrasi dalam wadah plastik selama 3 hari dan 5 hari. Perbedaan lama perendaman ini ditujukan untuk mengetahui apakah lama pemaparan logam pada buah dapat mempengaruhi tingkat penyerapan logam.

Apabila masa pemaparan telah selesai atau sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan maka buah yang direndam dalam larutan logam yang memiliki konsentrasi yang berbeda-beda tadi diangkat dan dikupas kulit buahnya dan diiris kecil-kecil. Kulit buah tidak digunakan karena pada kenyataannya buah pepaya, mangga dan pisang dikonsumsi manusia tidak beserta dengan kulitnya.

Sebanyak 1,0 g daging buah yang sudah dipotong-potong dimasukkan ke dalam cawan porselen kemudian ditambahkan HNO₃ pekat sampai semua daging buah terendam kemudian dipanaskan di atas kompor listrik. Penambahan HNO₃ pekat ini ditujukan untuk mendestruksi buah sehingga logam-logam yang diikat oleh kandungan kimia pada buah dapat lepas dan larut di dalam HNO₃ pekat. Pemanasan dilakukan untuk mempercepat proses destruksi dan proses reaksi.

Reaksi yang terjadi antara logam Cu dengan asam nitrat :



Pada saat pemanasan, ditambahkan HNO₃ pekat sedikit demi sedikit. Penambahan ini dihentikan apabila larutan sudah terlihat jernih. Larutan tersebut

dinginkan supaya reaksi yang terjadi benar-benar sempurna. Setelah dingin larutan tadi disaring dengan menggunakan kertas saring supaya partikel-partikel yang tidak larut tidak berada dalam larutan dan tidak mengganggu proses analisis selanjutnya. Larutan sampel yang sudah disaring diambil sebanyak 2,0 ml kemudian diencerkan dengan aquabides sampai 10,0 ml dan dimasukkan ke dalam vial dan diberi identitas untuk kemudian siap dianalisis kandungan logamnya dengan menggunakan SSA.



B. Optimasi SSA

Optimasi SSA dilakukan untuk menguji kondisi optimum dari instrumen (SSA) sebelum melakukan analisa terhadap kandungan logam dalam buah. Hal ini perlu dilakukan supaya diperoleh hasil pengukuran yang baik meliputi reproduibilitas, kuat arus lampu katoda, panjang gelombang radiasi, lebar celah (*slide width*) dan tinggi validitas SSA yang digunakan. Data hasil pengukuran kondisi optimum dapat dilihat pada tabel IV.

Tabel IV. Hasil Optimasi Alat Spektrofotometer Serapam Atom

Parameter	Unsur		Satuan
	Cu	Pb	
Panjang gelombang	324,8	283,3	nm
Lebar celah	1,3	1,3	nm
Arus lampu	7,5	7,5	MA
Replikasi	3	3	Kali
Tekanan udara	1,60	1,60	kg/cm ²
Laju alir udara	9,5	9,5	l/manit
Tekanan asetilen	0,30	0,30	kg/cm ²
Laju alir asetilen	2,3	2,3	l/menit
Tinggi pembakar	7,5	7,5	mm

Prosedur analisa seharusnya memiliki nilai keterulangan (*reproducibility*), yaitu cara analisa tersebut harus dapat dipakai untuk menentukan satu hal yang sama berulang-ulang dengan hasil yang secara statistik tidak berbeda.

Penentuan panjang gelombang dilakukan supaya zat yang dianalisa dapat mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang tersebut dan sedapat mungkin tidak dipengaruhi oleh kemungkinan adanya zat pengganggu ataupun adanya variasi dalam prosedurnya. Panjang gelombang akan optimum apabila absorbansi yang dilakukan juga optimum. Pada penelitian ini dihasilkan panjang gelombang optimum untuk Cu sebesar 324,8 nm dan untuk Pb sebesar 283,3 nm. Panjang gelombang ini merupakan panjang gelombang optimum untuk ion logam yang paling kuat menghasilkan garis resonansi untuk transisi elektronik dari tingkat dasar ke tingkat eksitasi.

Penentuan kurva baku dilakukan dengan menyiapkan larutan standar dengan berbagai kadar termasuk larutan blanko. Larutan blanko yang digunakan dalam larutan standar bisa menggunakan larutan aquades murni atau campuran aquades dengan larutan standar logam. Pada penelitian ini larutan blanko yang digunakan adalah larutan aquades murni. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi untuk masing-masing larutan standar dan dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dan kadar. Dari larutan standar yang dibuat, didapatkan persamaan kurva baku untuk logam Cu seri 1: $Y = 0,0073X - 0,0004$; untuk logam Cu seri 2 : $Y = 0,0095X - 0,0003$ dan logam Pb : $Y = 0,0053X - 0,00006$. Persamaan ini akan digunakan untuk menentukan kadar logam dalam sampel dengan jalan memasukkan data tersebut ke dalam persamaan kurva baku yang telah diperoleh.

Dalam preparasi kurva standar yang perlu diperhatikan adalah komponen larutan standar sedapat mungkin dibuat mirip dengan komposisi larutan sampel,

karena pada larutan sampel selain terdapat zat yang akan dianalisa juga kemungkinan besar mengandung zat-zat lain yang bisa mengganggu.

C. Hasil Penetapan Kadar Cu dan Pb dalam Buah Pepaya, Mangga dan Pisang

Hasil perhitungan kadar Cu dan Pb pada buah pepaya, mangga dan pisang sebelum direndam dalam larutan logam dan sesudah direndam dalam larutan logam dapat dilihat pada tabel V, VI, dan VII.

Tabel V. Hasil Perhitungan Kadar Cu dan Pb dalam Buah yang Tidak Direndam Larutan Logam

Kadar Cu dan Pb ($\mu\text{g/g}$) Tanpa Perendaman					
Cu			Pb		
Pepaya	Mangga	Pisang	Pepaya	Mangga	Pisang
Ttd	$0,337 \pm 0,086$	$0,364 \pm 0,175$	Ttd	$0,02 \pm 0,03$	$6,246 \pm 5,258$

Keterangan : Ttd = Tidak terdeteksi

Dari tabel V diatas dapat dilihat bahwa dalam buah mangga dan pisang sebelum direndam dalam larutan logam sudah mengandung logam Cu dan Pb. Sedangkan dalam buah pepaya tidak mengandung logam Cu dan Pb.

Berdasarkan perbedaan jenis buah, terdapat perbedaan kandungan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Perbedaan ini terjadi karena lingkungan tempat buah-buahan ini tumbuh berbeda-beda. Logam yang terdapat dalam buah pepaya, mangga dan pisang ini bisa berasal dari logam yang terdapat di dalam

tanah, air ataupun udara. Apabila lingkungan tempat tumbuhnya buah-bauhan tersebut memiliki kondisi air, tanah dan udara yang tercemar oleh logam-logam berat maka semakin mudah logam-logam tersebut terserap ke dalam buah.

Pada tabel V, untuk penyerapan logam Cu pada buah yang tidak direndam dalam larutan logam hasil yang didapat adalah penyerapan logam dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga sedangkan pada buah pepaya tidak terdeteksi kandungan logam yang diserap. Kandungan logam Cu yang terdapat dalam buah pisang dan mangga masing-masing adalah $0,364 \mu\text{g/g} \pm 0,175$ dan $0,337 \mu\text{g/g} \pm 0,086$. Hal ini disebabkan karena kandungan protein dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga dan pepaya.

Pada tabel V, untuk penyerapan logam Pb pada buah yang tidak direndam dalam larutan logam hasil yang didapat adalah penyerapan logam dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga sedangkan pada buah pepaya tidak terdeteksi kandungan logam yang diserap. Kandungan logam Pb yang terdapat dalam buah mangga dan pisang masing-masing adalah $0,02 \mu\text{g/g} \pm 0,03$ dan $6,246 \mu\text{g/g} \pm 5,258$. Hal ini juga disebabkan karena kandungan protein dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga dan pepaya.

Tabel VI. Hasil Perhitungan Kadar Cu dalam Buah yang Direndam Larutan Logam

Lama Perendaman	Kadar Cu ($\mu\text{g/g}$) Setelah Perendaman					
	1 %			3 %		
	Pepaya	Mangga	Pisang	Pepaya	Mangga	Pisang
3 hari	147,431 \pm 8,795	6,351 \pm 2,139	65,545 \pm 13,057	209,351 \pm 14,760	15,411 \pm 5,160	301,240 \pm 34,267
5 hari	38,580 \pm 15,729	5,306 \pm 0,677	244,098 \pm 37,449	72,080 \pm 13,677	41,158 \pm 40,793	312,272 \pm 1,664

Pada Tabel VI, menggambarkan data penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang yang direndam dalam larutan logam Cu. Apabila dilakukan perbandingan penyerapan logam Cu dalam buah yang tidak direndam dengan buah yang direndam maka didapatkan peningkatan kadar logam dalam buah yang direndam dalam larutan logam Cu.

Dari analisis statistik dengan menggunakan uji anova dan uji-t terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang yang direndam dalam larutan logam dengan yang tidak direndam dalam larutan logam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pencemaran dalam lingkungan maka semakin banyak pula logam yang terserap ke dalam buah. Berarti banyaknya kandungan logam pada buah tergantung pada besarnya tingkat pencemaran dalam lingkungan.

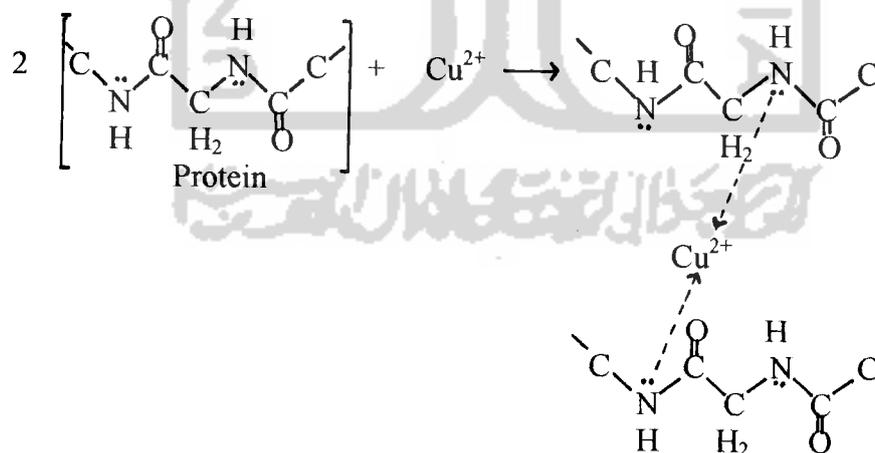
Dari data diatas, terlihat bahwa kadar Cu yang terdapat dalam buah yang direndam dalam larutan logam 1% dan buah yang direndam dalam larutan logam 3% memiliki konsentrasi yang berbeda-beda, dimana terjadi peningkatan

penyerapan logam dalam buah yang direndam dalam larutan logam 3%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi logam dalam lingkungan maka penyerapan logam ke dalam buah semakin meningkat.

Dari tabel hasil penelitian dapat dilihat bahwa lama perendaman tidak selalu menyebabkan peningkatan penyerapan kadar logam dalam buah pepaya dan mangga.

Dari tabel hasil penelitian dapat dilihat bahwa perbedaan jenis buah dapat mempengaruhi tingkat penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Pada buah pisang memiliki kandungan logam yang lebih besar dari pada buah pepaya dan pisang. Hal ini bisa disebabkan karena komposisi kandungan kimia seperti protein, ketebalan kulit, pori-pori dan penetrasi pada masing-masing buah berbeda-beda.

Reaksi pengikatan logam Cu oleh protein :



Gambar 5. Struktur pembentukan senyawa kompleks Protein-Cu



Tabel VII. Hasil Perhitungan Kadar Pb dalam Buah yang Direndam Larutan Logam

Lama Perendaman	Kadar Pb ($\mu\text{g/g}$) Setelah Perendaman					
	1 %			3 %		
	Pepaya	Mangga	Pisang	Pepaya	Mangga	Pisang
3 hari	19,387 \pm 2,292	31,783 \pm 14,903	312,212 \pm 14,293	113,277 \pm 10,798	276,990 \pm 52,240	725,071 \pm 78,612
5 hari	63,237 \pm 16,938	226,050 \pm 72,819	191,877 \pm 60,448	51,485 \pm 1,496	126,731 \pm 25,716	229,661 \pm 70,655

Tabel VII menggambarkan besarnya penyerapan logam Pb dalam buah yang direndam dalam larutan logam Pb. Apabila dilakukan perbandingan kandungan logam yang terdapat dalam buah yang direndam dan buah yang tidak direndam dalam larutan logam Pb maka didapatkan peningkatan kadar logam dalam buah-buahan yang direndam dalam larutan logam Pb. Hal ini menunjukkan bahwa faktor perendaman dapat mempengaruhi besarnya penyerapan logam dalam buah.

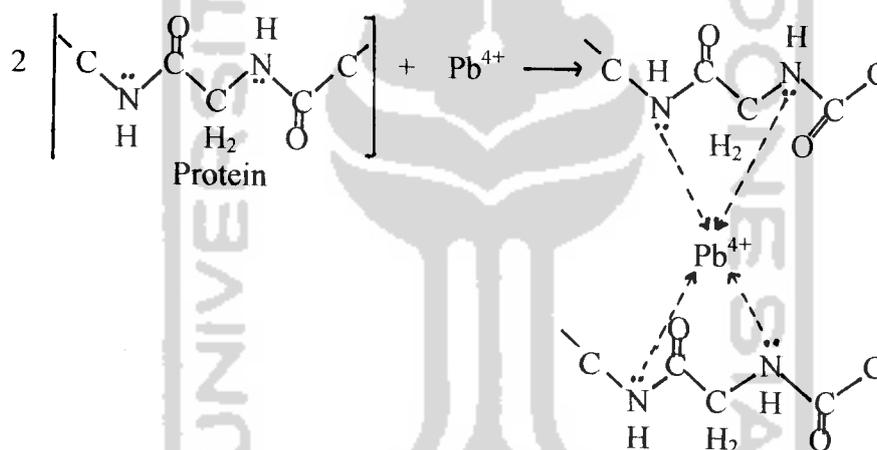
Dari data diatas terdapat perbedaan kandungan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Dimana kandungan logam yang terdapat dalam buah semakin meningkat berdasarkan peningkatan konsentrasi larutan yang digunakan untuk merendam buah, berdasarkan lamanya perendaman dan berdasarkan jenis buah.

Berdasarkan perbedaan jenis buah, secara umum terdapat perbedaan kandungan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Secara umum kandungan logam yang terdapt dalam buah pisang lebih besar dari pada buah

mangga dan pepaya. Kandungan logam yang terdapat dalam buah mangga lebih besar dari pada buah pepaya. Hal ini terjadi karena perbedaan komposisi kimia pada masing-masing buah dimana kandungan protein pada buah pisang lebih besar dari pada buah mangga dan pepaya.

Tetra etil-Pb dan tetra metil-Pb (TEL dan TML) di udara yang berasal dari kendaraan bermotor dapat berikatan dengan protein yang terdapat dalam tanaman dengan membentuk ikatan kovalen koordinasi.

Reaksi pengikatan logam Pb oleh protein :



Gambar 6. Struktur pembentukan senyawa kompleks Protein-Pb.

Dari data hasil penelitian untuk penyerapan logam Cu dan Pb terdapat beberapa hasil yang tidak sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya, seperti semakin meningkatnya konsentrasi dan lama perendaman tidak menunjukkan peningkatan penyerapan logam dalam buah. Hal ini bisa disebabkan karena pada saat melakukan preparasi, sampel buah yang digunakan tidak dihomogenkan tetapi hanya dipotong kecil-kecil. Ketika sampel buah hanya dipotong kecil-kecil akan sangat memungkinkan tidak semua logam yang terdeteksi bisa mewakili kadar logam yang sesungguhnya dalam buah. Apabila sampel yang digunakan

adalah sampel yang sudah dihomogenkan yaitu dengan menghancurkan semua daging buah dengan alat homogenizer (blender) maka kandungan logam yang terdeteksi bisa mewakili kandungan logam dalam buah.

Faktor lain yang menyebabkan data lama perendaman tidak semuanya mengalami peningkatan penyerapan logam dalam buah (lihat tabel VI : pepaya yang direndam dalam larutan logam Cu 1% selama 3 hari lebih besar dari pada pepaya yang direndam dalam larutan Cu 1% selama 5 hari) bisa disebabkan karena cara kerja yang kurang tepat. Penelitian dilakukan dengan merendam sebanyak dua buah (pepaya / mangga / pisang) di dalam satu wadah yang sudah diisi larutan logam yang telah diketahui konsentrasinya dan lama perendaman yang sudah diatur yaitu 3 hari dan 5 hari. Kondisi ini yang dimungkinkan menyebabkan penyerapan logam dalam buah yang direndam dalam larutan logam selama 5 hari lebih kecil daripada buah yang direndam dalam larutan logam selama 3 hari. Hal ini terjadi diperkirakan karena sebagian besar kandungan logam sudah ikut terbawa dalam buah yang direndam selama 3 hari, yang sudah lebih dahulu dikeluarkan dari wadah. Karena waktu perendaman berlainan, seharusnya perendaman dilakukan dalam dua wadah yang berbeda, supaya masing-masing buah mempunyai kemampuan untuk menyerap secara optimal logam-logam yang terdapat dalam larutan sesuai dengan lamanya perendaman.

Keberadaan vitamin C juga dapat mempengaruhi tingkat penyerapan logam Cu dan Pb dalam buah-buahan. Dalam tubuh, logam Cu dan Pb bisa diserap ke dalam tubuh karena kondisi asam yang terdapat dalam lambung. Vitamin C yang terdapat dalam buah-buahan bisa menyerap logam Cu dan Pb

yang terdapat di dalam lingkungan karena vitamin C dalam larutan mudah mengalami oksidasi dan bersifat sebagai asam sehingga vitamin C mampu menyerap logam Cu dan Pb.

Pada umumnya tidak semua logam dapat memberikan dampak negatif bagi tubuh. Ada beberapa logam yang dalam jumlah kecil sangat bermanfaat dalam tubuh, misalnya logam Cu. Logam Cu dikelompokkan ke dalam metaloenzim dalam system metabolisme manusia yang dibutuhkan untuk system enzim oksidatif seperti enzim askorbat oksidase, sitokrom C oksidase, polyfenol oksidase, amino oksidase dll. Pada manusia dewasa dibutuhkan sekitar 30 μg Cu per kilogram berat tubuh, anak-anak membutuhkan 40 μg Cu per kilogram berat tubuh.

Cu yang dibutuhkan manusia sebagai kompleks Cu-protein yang mempunyai fungsi dalam pembentukan haemoglobin, kolagen, pembuluh darah dan myelin otak. Cu juga terlibat dalam proses pembentukan energi untuk metabolisme serta dalam aktivitas tirosin.

Walau dibutuhkan oleh tubuh, logam Cu akan berbalik menjadi bahan beracun bila masuk dalam jumlah yang berlebihan. Bentuk Cu yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian pada dosis 3,5 mg/kg. Sedangkan garam-garam klorida terhidrasi ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) melalui percobaan laboratorium dengan memakai tikus sebagai hewan percobaan diperoleh data bahwa daya racunnya akan mengakibatkan kematian pada dosis 9,4 mg/kg. Untuk garam sulfat dalam bentuk terhidrasi daya racun yang dimilikinya akan mengakibatkan kematian pada dosis 33 mg/kg.

Pada manusia, keracunan Cu secara kronis dapat dilihat dengan timbulnya penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala penyakit dari penyakit Wilson ini adalah terjadi *hepatic cirrhosis*, kerusakan pada otak dan *demyelinasi*, serta terjadinya penurunan kerja ginjal dan pengendapan Cu dalam kornea mata. Penyakit Kinsky dapat diketahui dengan terbentuknya rambut yang kaku dan berwarna kemerahan pada penderita.

Penyerapan Cu ke dalam tubuh terjadi pada kondisi asam yang terdapat dalam lambung. Cu akan diserap oleh darah bersamaan dengan proses penyerapan makanan yang telah di olah dalam lambung. Darah akan membawa Cu ke dalam, hati kemudian dikirim ke empedu dan dari empedu dikeluarkan kembali ke usus untuk selanjutnya dibuang melalui feses.

Selain terdapat logam-logam yang bermanfaat bagi tubuh ada pula logam-logam yang sama sekali tidak bermanfaat bagi tubuh seperti logam Pb. Logam Pb yang masuk dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikutkan dalam metabolisme tubuh. Jumlah Pb yang masuk dalam tubuh masih dapat ditolerir oleh lambung disebabkan asam lambung (HCl) mempunyai kemampuan untuk menyerap Pb. Logam Pb juga bisa terakumulasi pada tulang dalam bentuk Pb^{2+} yang mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} yang terdapat dalam jaringan tulang. Logam Pb juga dapat melewati plasenta dan masuk dalam sistem peredaran darah janin dan dapat pula dikeluarkan bersama air susu.

Walaupun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh sangat sedikit tetapi dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ tubuh seperti pada sintesa

haemoglobin, sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin dan jantung.

Kadar Pb dalam darah anak antara 0,30-0,50 ppm dapat meningkatkan frekuensi kejadian hiperkinetik dan menyebabkan penurunan IQ yang berarti. Kadar normal Pb dalam darah pada orang dewasa adalah kurang dari 40 $\mu\text{g}/100$ ml darah. Kadar toksisitas Pb dalam darah orang dewasa adalah 80-120 $\mu\text{g}/100$ ml darah. Tingkat bahaya terjadi apabila kadar toksisitas Pb dalam darah orang dewasa melebihi 120 $\mu\text{g}/100$ ml darah dengan tanda-tanda keracunan ringan sampai berat.

Oleh karena itu buah-buahan yang memiliki komposisi kimia yang cukup besar terutama kandungan protein dan karbohidrat sebaiknya tidak ditanam dan dijual di daerah yang tingkat pencemarannya cukup tinggi. Begitu pula bagi manusia perlu berhati-hati dalam memilih dan membeli buah-buahan untuk kecukupan gizi dalam tubuh terutama untuk anak-anak. Sebaiknya mengkonsumsi buah-buahan yang dihasilkan dan dijual di daerah yang tingkat pencemarannya rendah. Walaupun kadar logam beracun yang terdapat dalam buah sangat sedikit dan masih dapat ditoleransi dalam tubuh tetapi apabila logam ini terus menumpuk maka akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan tubuh.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Faktor perendaman mempengaruhi penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang. Peningkatan konsentrasi logam Cu dan Pb menyebabkan peningkatan penyerapan logam sedangkan lama perendaman tidak selamanya menyebabkan peningkatan penyerapan logam dalam buah pepaya, mangga dan pisang.
2. Perbedaan jenis buah mempengaruhi tingkat penyerapan logam Cu dan Pb, dimana penyerapan logam dalam buah pisang lebih besar dari pada buah mangga dan pepaya.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain :

1. Untuk melakukan analisis kandungan kimia yang terdapat dalam makanan sebaiknya sampel dihomogenkan terlebih dahulu.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dengan penelitian baru dengan menggunakan buah yang berbeda atau sampel yang berbeda dengan logam yang berbeda pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, Edisi IV, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 45-46, 52-53, 1067-1068.
- Anonim, 2003, *Budi Daya Tanaman Mangga*, Cetakan Kesebelas, Kanisius, Jogjakarta, 19-59.
- Baga Kalie, M., 2002, *Bertanam Pepaya*, Penebar Swadaya, Jakarta, 1-34.
- Day, R.A. dan Underwood, AL., 1999, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Penerbit Universtas Indonesia, Jakarta, 123-126, 140-148.
- Ganiswara, S., 1995, *Farmakologi dan Terapi*, Edisi 4, Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran UI, Jakarta, 762-799.
- Gandjar, I.G., *Kimia Analisis Instrumental*, 1991, Fakultas Farmasi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Universitas Gajah Mada, Jogjakarta, 37-52.
- Khopkar, S.M., 2002, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 275-287.
- Lestaringrum, W, Perbandingan Kadar Pb, Cd, Cr pada Rambut Mahasiswi Berkerudung dan Tidak Berkerudung dengan Spektrofotometer Serapan Atom, *Skripsi*, Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univarsitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Michael, P., 1994, *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mutschler, E., 1991, *Dinamka Obat*, Buku Ajar Farmakologi dan Toksikologi, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung, 738.
- Mulya, M., dan Suharman, 1995, *Analisis Instrumental*, Airlangga University Press, Surabaya, 107-114.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rhineka Cipta, Jakarta, 61-71, 74-94.

- Rukmana, R., 1995, *Pepaya Budidaya dan Pasca Panen*, Kanisius, Jogjakarta, 11-34.
- Rukmana, R., 1999, *Usaha Tani Pisang*, Kanisius, Jogjakarta, 9-40.
- Sastrohamidjojo, H., 1999, *Hand Out Pelatihan Instrumentasi GC-MS, NMR, FTIR, UV-Vis dan AAS*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- Soemirat, J.S., 2002, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Jogjakarata, 117-118.

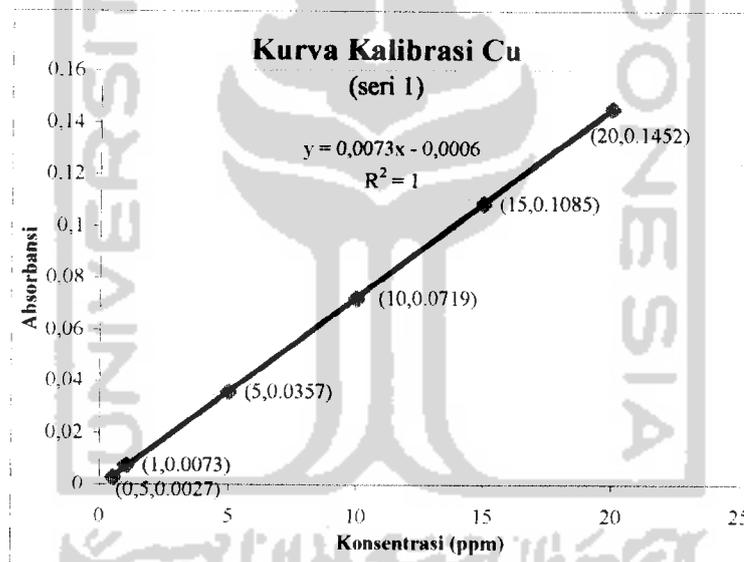


LAMPIRAN 1

Data Konsentrasi, Absorbansi dan Kurva Hubungan Konsentrasi dan Absorbansi

A. Data Konsentrasi, Absorbansi dan Kurva Larutan Standar Cu (seri 1)

Konsentrasi	Absorbansi
0,5	0,0027
1	0,0073
5	0,0357
10	0,0719
15	0,1085
20	0,1452

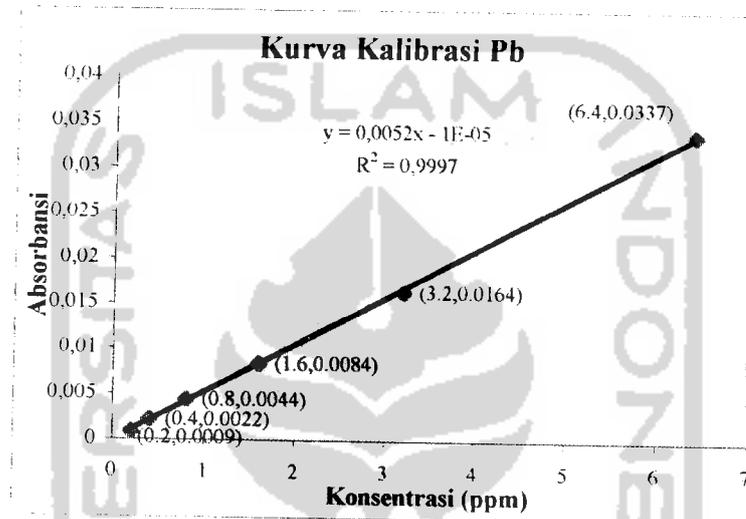


Gambar 1. Kurva Kalibrasi Cu

Gambar 1. Di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Cu mempunyai persamaan regresi linear $Y = 0,0073X - 0,0004$ dengan harga $r = 0,9999$. Nilai $r_{tabel} = 0,811 < r_{hitung} = 0,9999$ maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Cu pada sampel buah pepaya, mangga dan pisang yang direndam dalam larutan logam Cu sulfat.

C. Data Konsentrasi, Absorbansi dan Kurva Larutan Standar Pb

Konsentrasi	Absorbansi
0,2	0,0009
0,4	0,0022
0,8	0,0044
1,6	0,0084
3,2	0,0164
6,4	0,0337

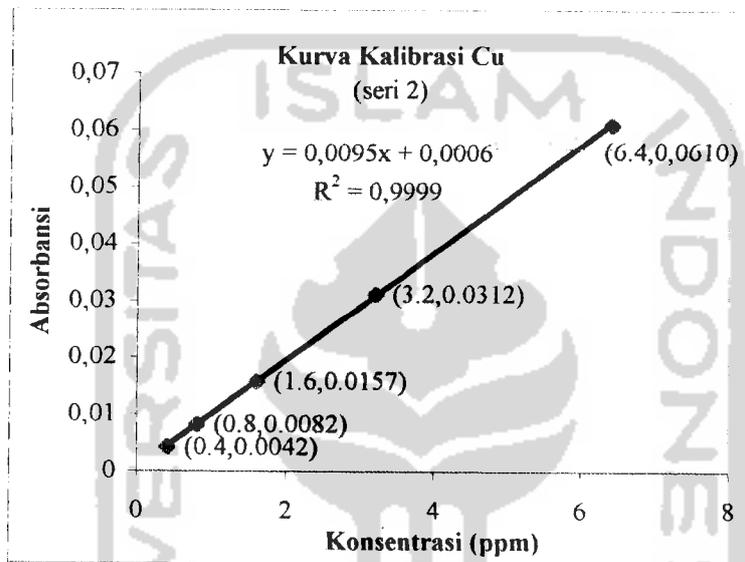


Gambar 3. Kurva Kalibrasi Pb

Gambar 3. Di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Pb mempunyai persamaan regresi linear $Y = 0,0053X - 0,00006$ dengan harga $r = 0,9999$. Nilai $r_{tabel} = 0,811 < r_{hitung} = 0,9999$ maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Pb pada sampel buah pepaya, mangga dan pisang yang direndam dalam larutan Pb asetat

B. Data Konsentrasi, Absorbansi dan Kurva Larutan Standar Cu (seri 2)

Konsentrasi	Absorbansi
0,4	0,0042
0,8	0,0082
1,6	0,0157
3,2	0,0312
6,4	0,061



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Cu

Gambar 2. Di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Cu mempunyai persamaan regresi linear $Y = 0,0095X - 0,0003$ dengan harga $r = 0,9998$. Nilai $r_{tabel} = 0,878 < r_{hitung} = 0,9999$ maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Cu pada sampel buah pepaya, mangga dan pisang.

LAMPIRAN 2

Data Uji Anova dan Uji-t

A. Data Perbandingan Penyerapan Logam dalam Buah Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi dan Waktu Perendaman

No.	Logam	Sampel	Sig.	Tkt. Sig.	Kesimpulan
1.	Cu	A	0,000	0,05	Ho ditolak
		B	0,197	0,05	Ho diterima
		C	0,000	0,05	Ho ditolak
2.	Pb	A	0,001	0,05	Ho ditolak
		B	0,002	0,05	Ho ditolak
		C	0,011	0,05	Ho ditolak

Keterangan : A = pepaya, B = mangga, C = pisang.

Analisis ANOVA

1. Hipotesis

Ho = Rata-rata populasi adalah identik

H1 = Rata-rata populasi adalah tidak identik

2. Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas $> 0,05$ maka Ho diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$ maka H1 ditolak

B. Data Independen Sampel T-tes Perbandingan Kadar Cu dalam Buah yang Sama dengan Perbedaan Konsentrasi dan Lama Perendaman

No.	Sampel	Sig.	Tkt. Sig	Kesimpulan
1.	DP/A1 DP/A2	0,003	0,05	Ho ditolak
	DP/A3	0,001	0,05	Ho ditolak
	DP/A4	0,001	0,05	Ho ditolak
2.	DP/A2 DP/A3	0,000	0,05	Ho ditolak
	DP/A4	0,000	0,05	Ho ditolak
3.	DP/A3 DP/A4	0,055	0,05	Ho diterima
4.	DP/C1 DP/C2	0,000	0,05	Ho ditolak
	DP/C3	0,001	0,05	Ho ditolak
	DP/C4	0,000	0,05	Ho ditolak
5.	DP/C2 DP/C3	0,123	0,05	Ho diterima
	DP/C4	0,607	0,05	Ho diterima
6.	DP/C3 DP/C4	0,035	0,05	Ho ditolak

Keterangan :

DP = Dengan Perendaman, A = Pepaya, B = mangga, C = pisang, 1 = 1%, 3 hari, 2 = 3%, 3 hari, 3 = 1%, 5 hari, 4 = 3 %, 5 hari.



C. Data Independen Sampel T-tes Perbandingan Kadar Pb dalam Buah yang Sama dengan Perbedaan Konsentrasi dan Lama Perendaman

No.	Sampel	Sig.	Tkt. Sig.	Kesimpulan
1.	DP/A1 DP/A2	0,003	0,05	Ho ditolak
	DP/A3	0,089	0,05	Ho diterima
	DP/A4	0,227	0,05	Ho diterima
2.	DP/A2 DP/A3	0,015	0,05	Ho ditolak
	DP/A4	0,005	0,05	Ho ditolak
3.	DP/A3 DP/A4	0,572	0,05	Ho diterima
4.	DP/B1 DP/B2	0,381	0,05	Ho diterima
	DP/B3	0,001	0,05	Ho ditolak
	DP/B4	0,018	0,05	Ho ditolak
5.	DP/B2 DP/B3	0,039	0,05	Ho ditolak
	DP/B4	0,074	0,05	Ho diterima
6.	DP/B3 DP/B4	0,191	0,05	Ho diterima
7.	DP/C1 DP/C2	0,032	0,05	Ho ditolak
	DP/C3	0,076	0,05	Ho diterima
	DP/C4	0,041	0,05	Ho ditolak
8.	DP/C2 DP/C3	0,182	0,05	Ho diterima
	DP/C4	0,520	0,05	Ho diterima
9.	DP/C3 DP/C4	0,347	0,05	Ho diterima

Keterangan :

DP = Dengan Perendaman, A = Pepaya, B = mangga, C = pisang, 1 = 1%, 3 hari, 2 = 3%, 3 hari, 3 = 1%, 5 hari, 4 = 3 %, 5 hari.

D. Data Perbandingan Penyerapan Logam Cu dan Pb Berdasarkan Perbedaan Jenis Buah

No.	Logam	Sampel	Sig.	Tkt. Sig.	Kesimpulan
1.	Cu	1	0,000	0,05	Ho ditolak
		2	0,000	0,05	Ho ditolak
		3	0,000	0,05	Ho ditolak
		4	0,000	0,05	Ho ditolak
2.	Pb	1	0,003	0,05	Ho ditolak
		2	0,009	0,05	Ho ditolak
		3	0,020	0,05	Ho ditolak
		4	0,015	0,05	Ho ditolak

Keterangan :

1 = 1%, 3 hari, 2 = 3%, 3 hari, 3 = 1%, 5 hari, 4 = 3 %, 5 hari.

E. Data Independen Sampel t-tes Perbandingan Kadar Cu Pada Buah Pepaya, Mangga dan Pisang

No.	Sampel		Sig.	Tkt. Sig.	Kesimpulan
1.	DP/A1	DP/B1	0,000	0,05	Ho ditolak
		DP/C1	0,001	0,05	Ho ditolak
2.	DP/B1	DP/C1	0,001	0,05	Ho ditolak
3.	DP/A2	DP/B2	0,000	0,05	Ho ditolak
		DP/C2	0,013	0,05	Ho ditolak
4.	DP/B2	DP/C2	0,000	0,05	Ho ditolak
5.	DP/A3	DP/B3	0,026	0,05	Ho ditolak
		DP/C3	0,001	0,05	Ho ditolak
6.	DP/B3	DP/C3	0,000	0,05	Ho ditolak
7.	DP/A4	DP/B4	0,281	0,05	Ho diterima
		DP/C4	0,000	0,05	Ho ditolak
8.	DP/B4	DP/C4	0,007	0,05	Ho ditolak

Keterangan :

DP = Dengan Perendaman, A = Pepaya, B = mangga, C = pisang, 1 = 1%, 3 hari, 2 = 3%, 3 hari, 3 = 1%, 5 hari, 4 = 3 %, 5 hari.

F. Data Perbandingan Penyerapan Logam Cu dan Pb pada Buah yang Diredam dan Tidak Diredam Larutan Logam

No.	Logam	Sampel	Sig.	Tkt. Sig.	Kesimpulan
1.	Cu	A	0,000	0,05	Ho ditolak
		B	0,008	0,05	Ho ditolak
		C	0,001	0,05	Ho ditolak
2.	Pb	A	0,000	0,05	Ho ditolak
		B	0,021	0,05	Ho ditolak
		C	0,009	0,05	Ho ditolak

Keterangan :

A = Pepaya, B = mangga, C = pisang

