

**ANALISIS LOGAM TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN  
KHROMIUM (Cr) PADA RAMBUT ANAK JALANAN DI  
TERMINAL UMBULHARJO JOGJAKARTA DENGAN  
SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (SSA)**

**SKRIPSI**

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



**Disusun Oleh :**

**LELY NURMAYA**

**No. Mhs : 00 612 080**

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

**ANALISIS LOGAM TIMBAL (Pb), KROMIUM (Cr) DAN  
KADMIUM (Cd) PADA RAMBUT ANAK JALANAN DI  
TERMINAL UMBULHARJO JOGJAKARTA  
DENGAN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (SSA)**

oleh :

**LELY NURMAYA**  
No Mhs : 00 612 080

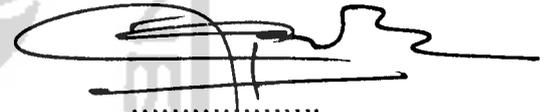
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi  
Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 27 Agustus 2004

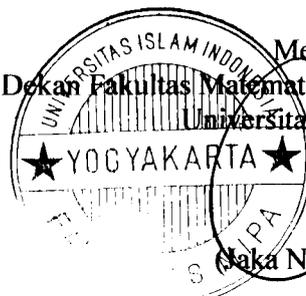
Dewan Penguji

1. Drs.Allwar, M.Sc
2. Dwiarso Rubiyanto, S.Si
3. Riyanto, M.Si
4. Rudy Syahputra, M.Si

Tanda Tangan



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



(Naka Nugraha, M.Si.)

## *Halaman Persembahan*

*Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah,  
Sebuah karya kecil ... yang terbesar sepanjang sejarah kehidupanku, dengan segala  
kerendahan hatiku, ku persembahkan pada Mu Rabb, sebagai pemberi kehidupan dan  
sumber kekuatan untuk menjalaninya.*

***Ayahanda H. Dasril M, dan Alm Ibunda Hj. Restina D,M**  
sebagai ungkapan rasa hormat dan baktiku atas doa restu, kasih sayang, dengan  
segala pengorbanannya dengan tulus dan ikhlas menerima amanah-amanah dari Allah  
SWT untuk membesarkanku, mendidikku dan mengenalkanku pada Tuhan ku Allah  
SWT, serta ketulusan cinta dan kasih sayang tiada batas yang selalu menyertai  
perjalanan hidupku.  
Special to my mother "You are the best woman in my heart"*

***Kakanda tercinta, Iis, Yulia, Nurda, dan Adinda tersayang Eva dan Fitria**  
Thanks ya, akan ku ingat selalu, aku percaya akan pemberian semangat dan  
dukungannya untuk mencapai harapan dan cita-citaku semoga kita semua menjadi  
anak yang berbakti kepada Ayahanda dan Almarhum Ibunda tercinta serta  
mewujudkan impian dan harapannya. Semoga Allah SWT selalu memberikan  
kebahagiaan dan tetap memberikan kesempatan ajar kita tetap bersama. I love you all  
Semua keluargaku di Lampung dan di Jogja atas do'anya semoga Allah SWT selalu  
memberikan kasih sayang dan ridla'Nya.*

### ***Almamaterku***

*Atas semua pendidikan dan pengalaman yang aku terima yang belum pernah aku  
dapatkan dimanapun.*

## Motto

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang yang di beri ilmu pengetahuan beberapa derajat”  
(Q.S Mujadilah : 11)*

*Ilmu adalah cahaya, akal adalah penglihatan batin, barangsiapa yang menyibukan diri dengan ilmu dan akal. Mereka akan sukses dan terhindar dari kekawatiran dunia akhirat*

*Inilah harapan orang yang tengah belajar tujuan akhir dan cita mereka.  
Keyakinan adalah filosofi hidup untuk menjadi lebih sempurna, dengan yakin hidup menjadi lebih bermakna  
(Alek)*

*Usaha dan berdoa kepada sang Khalik adalah dua hal yang tak terpisahkan untuk mencapai suatu keberhasilan dan kemenangan, jangan terlalu cepat menyerah sebelum mencapai yang kau inginkan, sabar... karena dalam kesabaran ada keberhasilan. Saya berpikir dan terus berpikir, selama berminggu-minggu, berbulan-bulan, bertahun-tahun, sembilan sepuluh kali keputusan yang saya buat selalu salah, baru pada keputusan yang ke 100 kalilah saya benar.  
(A. Einstein)*

*“Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan....  
Bersama adanya cobaan yang datang pasti semua ada hikmahnya..*

*Special thank to :*

- \* ) Dosen-dosenku yang telah memberikan ilmu baru yang belum pernah aku dapatkan di tempat lain, membimbing ku dan mengajarku dalam segala hal serta memberikan semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- \* ) Yoga and Radit. Thanks ya, kalian sudah menyadarkanku akan pentingnya arti sebuah kesabaran dan keikhlasan, untuk menggapai suatu harapan, "anjeun raka in salami ieu di pilari"*
- \* ) Susmiati, suka duka yang kita alami selama melakukan penelitian, semoga menjadi pengajaran dan kenangan yang tak ternilai harganya.*
- \* ) My the best Friend, Eka, Nana, David, Adi, and Bhoma, kebaikanmu akan selalu ku kenang.  
Maaf kalau selama ini aku selalu mengabaikan kalian...hanya kalian yang aku punya di kota Jogja tercinta ini*
- \* ) Sahabatku Heppy El. Rina terima kasih ya, dengan setia dan sabar selalu mendengarkan curahan hatiku, sukses slalu to kalian.*
- \* ) Teman lamaku Edo, Roni end Dudik (persahabatan adalah abadi dan akan tetap indah)*
- \* ) Teman-teman seperjuangan (kimia angkatan 2000) terima kasih bantuan dan doanya.*
- \* ) Teman-temanku yang nggak bisa disebutkan satu per satu Thanks ya atas persahabatan dan kebersamaannya.*

*Special Thanks To Mama....*

---

*Mama .....*

*Menghentikan sesuatu yang kita senang tidaklah mudah*

*Ibarat menghentikan angin yang bertiup kencang ketika hati kita berbunga-bunga*

*Ketika sesuatu yang kita jalani itu mengasyikkan*

*Ketika yang selalu tampak adalah keindahan ketika kita lagi terbuai.*

*Dan kita harus menghapusnya... Membuangnya.....*

*Jadi maafkan semua kesalahan, semua dosa yang ananda buat yang membuat hati  
mama ...sakit, marah... atau mungkin.....*

*Atas air mata yang sempat jatuh ke bumi*

*Mama... ananda hanya bisa berdoa di muka bumi ini, semoga arwah mama diterima  
di sisi Allah, dan mudah-mudahan Allah memberikan istana yang indah to mama,  
Amien Yarobbal alamin.*

*Doakan ananda Ma, to selalu kuat dalam mengarungi hidup yang masih panjang ini  
tanpa mama....*

*Sujud Ananda selalu.*



**ANALISIS LOGAM TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), DAN  
KHROMIUM (Cr) PADA RAMBUT ANAK JALANAN  
DI TERMINAL UMBULHARJO JOGJAKARTA DENGAN  
SPEKTROPHOTOMETER SERAPAN ATOM (SSA)**

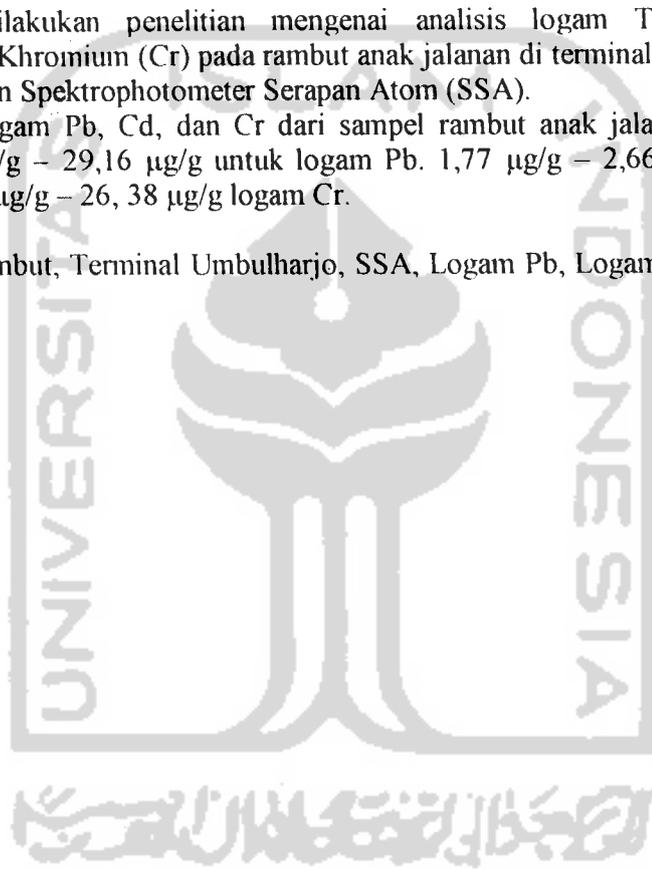
**INTISARI**

**LELY NURMAYA  
NIM.00612080**

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis logam Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Khromium (Cr) pada rambut anak jalanan di terminal Umbulharjo jogjakarta dengan Spektrophotometer Serapan Atom (SSA).

Kadar logam Pb, Cd, dan Cr dari sampel rambut anak jalanan berkisar antara 12,50  $\mu\text{g/g}$  – 29,16  $\mu\text{g/g}$  untuk logam Pb. 1,77  $\mu\text{g/g}$  – 2,66  $\mu\text{g/g}$  untuk logam Cd. 4,16  $\mu\text{g/g}$  – 26,38  $\mu\text{g/g}$  logam Cr.

Kata kunci : Rambut, Terminal Umbulharjo, SSA, Logam Pb, Logam Cd, Logam Cr.



**THE ANALISIS OF LEAD (Pb),CADMIUM (Cd), AND  
CHROMIUM (Cr) METALS ON THE AIR OF STREET CHILDREN  
IN UMBULHARJO BUS STATION IN JOGJAKARTA BY ADOPTING  
ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS)**

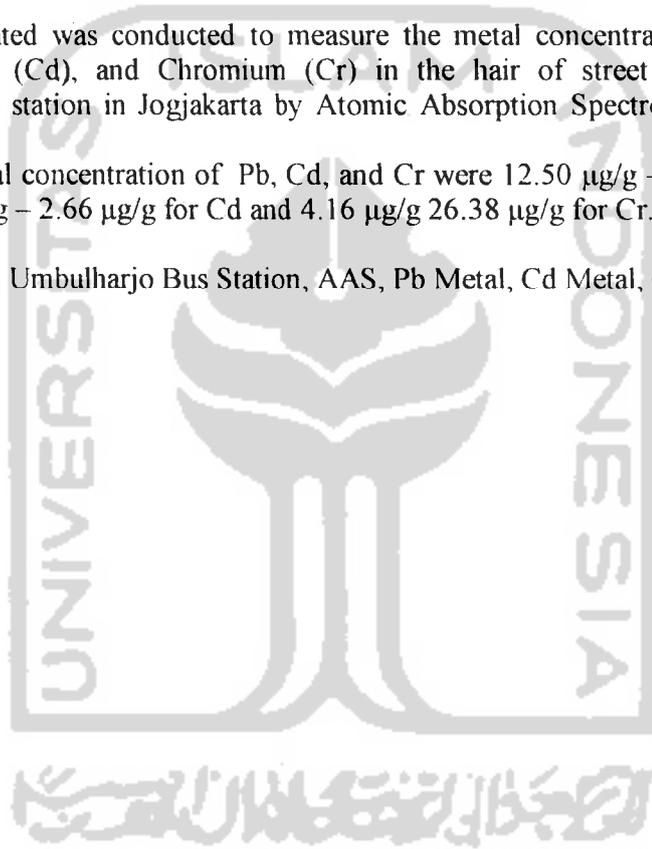
**ABSTRACT**

**LELY NURMAYA  
NIM. 00612080**

The located was conducted to measure the metal concentration of lead (Pb), Cadmium (Cd), and Chromium (Cr) in the hair of street children in Umbulharjo bus station in Jogjakarta by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).

The metal concentration of Pb, Cd, and Cr were 12.50  $\mu\text{g/g}$  – 29.16  $\mu\text{g/g}$  for Pb; 1.77  $\mu\text{g/g}$  – 2.66  $\mu\text{g/g}$  for Cd and 4.16  $\mu\text{g/g}$  26.38  $\mu\text{g/g}$  for Cr.

Key word : Hair, Umbulharjo Bus Station, AAS, Pb Metal, Cd Metal, Cr Metal.



## KATA PENGANTAR

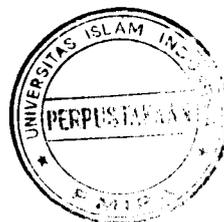
*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Rasa syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah Azza Wajalla yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya dengan membuka mata hati dan pikiran penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **Analisis Logam Timbal (Pb), Cadmium (Cd), dan Cromium (Cr) pada rambut anak jalanan di Terminal Umbulharjo Jogjakarta dengan Spektrophotometer Serapan Atom (SSA)**. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW pembawa risalah petunjuk untuk mencapai kebahagiaan baik di dunia maupun akhirat.

Skripsi ini di susun untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains pada Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam jurusan Kimia Universitas Islam Indonesia. Dengan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi seluruh masyarakat umumnya dan bagi Ilmu Pengetahuan khususnya dalam bidang lingkungan.

Dalam Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak, pada kesempatan ini dengan tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Riyanto, M.Si, selaku ketua jurusan kimia Universitas Islam Indonesia



3. Bapak Drs Allwar, M.Sc, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dalam menyusun Skripsi ini sehingga dapat terselesaikan.
4. Bapak Dwi Arso Rubianto S.Si, selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membantu dan membimbingku serta memberikan semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Riyanto M.Si dan Bapak Rudy Shaputra M.Si, sebagai dosen penguji yang telah banyak membantu dalam memperbaiki Skripsi ini serta atas saran dan masukannya.
6. Seluruh Dosen jurusan kimia F-MIPA UII, terimakasih atas didikan dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan. semoga ilmu yang bapak ibu berikan dapat kuamalkan untuk kemaslahatan ummat. Amiin Yarobbal 'Alamin
7. Seluruh staf Laboratorium Kimia yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
8. Sahabat-sahabatku yang selalu dihati, terimakasih telah memberi semangat dalam menjalanin hidup dan dengan sabar menjadi teman curhat sejati.
9. Saudara-saudaraku seperjuangan , Pengurus HMK Periode 2002-2003, dan teman-temanku Jurusan Kimia Angkatan 2000, terimakasih atas dukungan dan Persahabatannya.

Semoga Allah SWT akan membalas atas segala kebaikan dan pertolongannya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun dari semua pihak untuk perbaikan. Semoga dengan segala kekurangan Skripsi ini,

masih dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan. Amien.

*Wassalamu 'alaikum Wr.Wb.*

Jogjakarta, Agustus 2004

Penulis



## DAFTAR ISI

	<i>Hal</i>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>BAB III DASAR TEORI</b> .....	10
3.1 Pencemaran Udara.....	10
3.1.1 Pengertian Dasar Pencemaran Udara.....	10
3.1.2 Komponen Pencemar Udara.....	10
3.1.3 Dampak pencemar Udara.....	11
3.2 Pencemaran Yang Lain.....	12
3.3 Pencemaran Logam Berat.....	12
3.4 Logam Berat.....	13
3.4.1 Metabolisme Logam Berat Dalam Tubuh.....	14
3.4.2 Mekanisme Keracunan.....	15
3.4.3 Timbal (Pb).....	17
3.4.3 Cadmium (Cd).....	23

3.4.4 Chromium (Cr) .....	26
<b>3.5 Rambut Sebagai Indikator</b> .....	<b>29</b>
3.6 Anak Jalanan .....	32
<b>3.7 Spectrophotometer Serapan Atom (SSA)</b> .....	<b>33</b>
3.6.1 Nyala Sebagai Sumber Uap Atom.....	34
3.6.2 Jenis Nyala .....	34
3.6.3 Prinsip Spectrophotometer Serapan Atom (SSA) .....	35
3.6.4 Instrumentasi SSA .....	36
3.6.5 Teknik Analisis.....	37
3.6.6 Jenis-jenis Gangguan Pada AAS .....	38
3.7 Hipotesis .....	39
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>40</b>
4.1 Alat dan Bahan.....	40
4.2 Preparasi Sampel.....	41
4.3 Langkah Kerja.....	42
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>43</b>
5.1 Optimasi Peralatan AAS.....	43
5.2 Populasi Sampel .....	44
5.3 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb, Cd, Cr .....	45
5.4 Kandungan Logam Pb, Cd, Cr, pada rambut dengan SSA .....	47
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>54</b>
4.1 Kesimpulan .....	54
4.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi rambut manusia.....	31
Gambar 2. Diagram Spectrophotometer Serapan Atom (SSA) .....	36
Gambar 3. Kurva Kalibrasi Pb.....	45
Gambar 4. Kurva Kalibrasi Cd.....	46
Gambar 5. Kurva Kalibrasi Cr.....	46



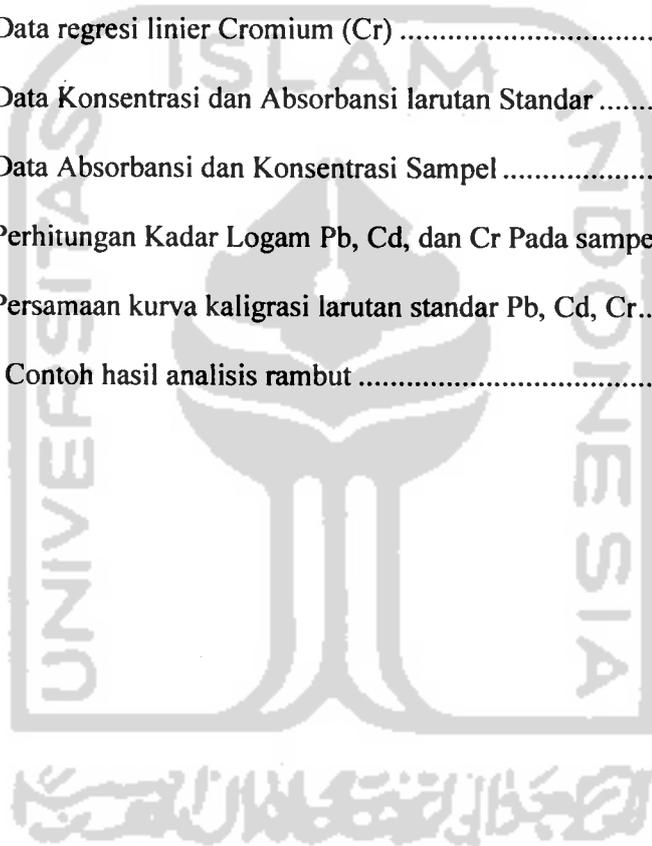
## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Optimasi alat Spectrophotometer Serapan Atom (SSA).....	44
Tabel 2. Hasil Perhitungan Kadar Pb, Cd dan Cr pada rambut anak jalanan di terminal Umbulharjo Jogjakarta .....	48



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Probandus/Kuesioner.....	57
Lampiran 2. Perhitungan pengenceran larutan Standar Pb, Cd, dan Cr. ....	61
Lampiran 3. Data regresi linier Timbal (Pb).....	66
Lampiran 4. Data regresi linier Cadmium (Cd) .....	68
Lampiran 5. Data regresi linier Cromium (Cr) .....	70
Lampiran 6. Data Konsentrasi dan Absorbansi larutan Standar .....	72
Lampiran 7. Data Absorbansi dan Konsentrasi Sampel .....	74
Lampiran 8. Perhitungan Kadar Logam Pb, Cd, dan Cr Pada sampel Rambut	76
Lampiran 9. Persamaan kurva kaligrasi larutan standar Pb, Cd, Cr.....	78
Lampiran 10. Contoh hasil analisis rambut .....	84



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya dalam industri dan teknologi, serta meningkatkan jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan udara yang kita hirup disekitar kita menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran. Pencemaran pada suatu tingkat tertentu dapat merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik berupa padatan, cairan atau gas yang masuk terdispersi ke udara dan kemudian menyebar kelingkungan sekitarnya. Kecepatan penyebaran ini sudah barang tentu tergantung pada keadaan geografi dan meteorologi setempat ( Wardhana, 1995).

Udara bersih yang kita hirup merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sudah sulit diperoleh, terutama dikota-kota besar yang banyak industrinya dan padat lalu lintasnya. Udara yang tercemar dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia. Terjadinya kerusakan lingkungan berarti berkurangnya (rusaknya ) daya dukung alam yang selanjutnya akan mengurangi kualitas hidup manusia (Wardhana, 1995).

Jogjakarta merupakan kota yang sangat padat penduduknya sehingga pencemaran udara tersebut sudah sangat terasa. Pencemaran udara yang sering terjadi akibat asap kendaraan bermotor untuk menunjang kehidupan sehari-hari.

Beberapa telaah ilmiah menunjukkan, paparan timah secara nyata menurunkan IQ anak usia sekolah setiap 10 mikrogram per desiliter darah akan menurunkan angka IQ 1-5. (Sujayanto, 2002).

Untuk mengetahui paparan logam berat dalam tubuh bisa dilakukan melalui analisis logam berat di rambut, dari analisis tersebut bisa dicari akar masalah yang lebih dalam tentang suatu penyakit. Kuncinya, berbagai logam berat yang terpapar ke tubuh kini bisa dideteksi dengan analisis rambut. memang ini bukan satu-satunya cara mendeteksi penyakit. Analisis darah dan air seni yang sudah dikenal sebelumnya, namun masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga saling melengkapi. Berbeda dengan analisis darah dan air seni yang dapat menunjukkan keadaan tubuh selama beberapa hari terakhir, analisis rambut memotret keadaan tubuh sampai sekitar dua bulan terakhir. Oleh karena itu analisis ini dapat memprediksikan keadaan kesehatan seseorang sampai setahun ke depan (Sujayanto, 2002).

Dalam penelitian ini logam yang dianalisis adalah logam yang menempel pada rambut dan logam yang terakumulasi pada rambut, dimana logam yang menempel dirambut adalah logam-logam yang berasal dari debu, asap kendaraan bermotor atau partikel-partikel yang berterbangan di sekitar lingkungan terminal Umbulharjo yang langsung menempel pada rambut anak jalanan disekitar lingkungan tersebut. Sedangkan logam yang terakumulasi pada rambut adalah logam yang masuk dalam tubuh bisa dari makanan, minuman dan bisa dari udara yang dihirup oleh anak-anak jalanan disekitar lingkungan tersebut. sehingga dapat diketahui kadar total logam Pb, Cd, dan Cr pada rambut.

Untuk mendeteksi adanya logam Pb, Cd, dan Cr yang menempel dan yang terakumulasi pada rambut anak jalanan dapat digunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), dengan metode ini akan diperoleh hasil serapan yang optimum pada panjang gelombang tertentu. Alat AAS ini dipilih karena metode ini mempunyai ketelitian sampai tingkat runtu, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan, dan memiliki kecepatan analisis yang tinggi. Perolehan absorbansinya maksimum diukur dengan menggunakan metode adisi standar. Masing-masing sampel diukur absorbansinya sesuai dengan penambahan konsentrasi larutan standar.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berapakah kadar total logam berat Pb, Cd, dan Cr yang menempel dan terakumulasi pada rambut anak jalanan di daerah terminal Umbulharjo Jogjakarta?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Mengetahui kadar total logam berat Pb, Cd, dan Cr yang menempel dan terakumulasi pada rambut anak jalanan diterminal Umbulharjo Jogjakarta.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dapat mengetahui adanya logam berat Pb, Cd, dan Cr yang menempel dan terakumulasi pada rambut anak jalanan didaerah terminal Umbulharjo dengan menggunakan metode AAS dan dapat mengetahui dampak logam berat terhadap kasehatan tubuh yang mana paparan logam berat berasal dari lingkungan diantaranya dari udara. Hasil penelitian yang dilakukan setidaknya dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mengambil langkah pencegahan paparan logam berat khususnya yang berasal dari udara perkotaan jogjakarta.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian lingkungan hidup dalam undang-undang Republik Indonesia No. 4 tahun 1982 tentang ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk didalamnya manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya (Djojonegoro, 1997).

Inti dari permasalahan lingkungan hidup adalah bagaimana kenyataan tentang cara manusia menempatkan diri dalam lingkungan dan bagaimana seharusnya hal itu dijalankan agar mendukung keseimbangan dan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Ilmu tentang hubungan timbal balik makhluk hidup dan lingkungannya disebut Ekologi (Djojonegoro, 1997).

Manusia setiap detik, selama hidupnya akan membutuhkan udara. Secara rata-rata manusia tidak dapat mempertahankan hidupnya tanpa udara lebih dari tiga menit. Karena udara berbentuk gas, ia terdapat dimana-mana. Sebagai akibatnya manusia tidak pernah memikirkannya ataupun memperhatikannya. Sampai pada tahun 1930 di Belgia terjadi wabah penyakit paru-paru yang disebabkan pencemaran udara. Tahun-tahun berikutnya pencemaran udara menyebabkan terjadinya kematian dan kesakitan di beberapa tempat dunia (Djojonegoro, 1997).

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain kedalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Palar, 1994).

Pencemaran udara merupakan keadaan suatu tempat kedalam udara atmosfer oleh suatu sumber, baik melalui aktivitas manusia maupun alamiah dibebaskan satu atau beberapa bahan atau zat-zat dan kuantitas maupun dalam batas waktu tertentu yang secara karakteristik dapat atau memiliki kecenderungan dapat menimbulkan gangguan-gangguan bagi kehidupan satu atau kelompok organisme (Darmono, 1995).

Seperti biasa polusi terburuk ditemukan didaerah perkotaan yang luas dimana peredaran udara terhambat atau lambat. Akan tetapi polusi udara kini tidak hanya mengancam orang kota, polusi mudah dibawa angin dan bisa menjadi suatu ancaman internasional (Eckholm, 1983).

Secara logika, udara kotor pasti mempengaruhi paru-paru, itulah sebabnya maka peranan polutan, terutama oksida sulfur dan zat-zat partikulat, dalam merangsang penyakit – penyakit pernafasan telah mendapatkan cukup perhatian. Ditiap Negara, penyakit pernafasan lebih banyak misalnya dibanding dengan semua penyakit lainnya yang digabungkan. Selesma biasa, yakni infeksi pada bagian atas daerah pernafasan, sejauh ini merupakan penyakit yang paling merata di dunia.

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menyebabkan perkaratan sebetulnya merupakan tanda-tanda adanya hal tersebut di atas. Tahun demi tahun ilmu kimia berkembang dengan cepat dan dengan mulai ditemukannya garam logam ( $\text{HgNO}_3$ ,  $\text{HgCl}$ ,  $\text{CdCl}_2$ , dan lain-lain) serta diperjualbelikannya garam tersebut untuk industri, maka tanda-tanda pencemaran lingkungan mulai timbul. Suatu proses produksi dalam industri yang memerlukan suhu tinggi, seperti pertambangan batu bara, pemurnian minyak, pembangkit tenaga listrik, dengan energi minyak, dan pengecoran logam, banyak pengeluaran limbah pencemaran, terutama pada logam-logam yang relatif mudah menguap dan larut dalam air (bentuk ion), seperti arsen (As), kadmium (Cd), timah hitam (Pb), dan merkuri (Hg), peristiwa yang menonjol dan dipublikasikan secara meluas adalah peristiwa pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan *Minamata disease* dan kadmium (Cd) yang menyebabkan *Itai-itai disease* pada orang di sekitar daerah pencemaran (Darmono,1995).

Ada 38 mineral yang bisa dideteksi, termasuk logam-logam berbahaya antara lain timbal, merkuri, tembaga, arsen, kadmium dan aluminium yang biasanya terhirup dari lingkungan terpolusi. Konsentrasi unsur-unsur berbahaya itu bisa sampai sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di dalam darah, serum, atau air seni. Kegunaan logam-logam di atas disamping mendukung

kehidupan, logam berat tersebut juga sering dituduh sebagai unsur yang merugikan kesehatan karena dapat meracuni manusia (Sujayanto, 2002).

Pada tahun 460 sebelum Masehi, Hippocrates seorang ilmuwan berkebangsaan Yunani menuliskan cikal bakal toksikologi sebagai suatu bidang ilmu dan mengungkapkan bahwa arsenikum (Ar), antimony, merkuri (Hg), emas (Au), dan timbal atau timah hitam (Pb) digolongkan sebagai logam beracun. Dalam dasawarsa terakhir ini, toksisitas dari logam berat seperti tembaga, merkuri, kadmium dan timbal menjadi masalah yang menghebohkan dunia internasional. Banyak kasus keracunan yang terjadi akibat logam berat di seluruh belahan dunia. Banyak ahli kemudian melakukan penelitian terhadap sumber-sumber dari peristiwa keracunan tersebut dan ternyata buangan industri dan pemanfaatan hasil industri merupakan penyebab utama. Kenyataan itu kemudian mengungkapkan secara jelas masalah toksikologi tidak dapat dipisahkan dari masalah lingkungan hidup seperti pencemaran lingkungan (Palar, 1994).

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh para peneliti mengenai identifikasi logam pada rambut seperti Zn, Cu, Hg, Fe, Mn, Cd, Pb, Cr, yang diakibatkan oleh pencemaran lingkungan, seperti pencemaran air, tanah dan udara yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup baik tumbuhan, hewan dan manusia.

Polusi udara tidak hanya merangsang berbagai penyakit kronis, ia juga menggalakkan seringnya orang banyak, terutama anak-anak, terkena penyakit-penyakit pernafasan jangka pendek. Mereka yang tinggal di daerah-daerah

berudara kotor lebih kerap mengalami rasa sakit pada dada, dibanding mereka yang menghirup udara bersih (Eckholm, 1983).

Kontribusi polusi udara dalam menimbulkan kematian akibat penyakit jantung koroner semakin disadari. Kematian ekstra banyak terjadi dikalangan para penderita jantung selama berlangsungnya krisis polusi udara, mungkin antara lain disebabkan karena sesak nafas mengganggu jantung (Eckholm, 1983).

Tidak meragukan bahwa suatu jumlah yang sama yang dihabiskan guna mengurangi sebagian besar polusi memberikan manfaat nyata kepada masyarakat. Masalahnya ialah mencari cara mengubah tingkah laku perorangan dan perusahaan-perusahaan berusaha demi mewujudkan lingkungan yang baik bagi masyarakat itu (Eckholm, 1983).

Dibalik penolakan dasar dari perorangan dan perusahaan-perusahaan untuk mengeluarkan uang dan mengubah gaya demi untuk membersihkan Negara, usaha-usaha untuk mengawasi polusi telah dihambat oleh terbatasnya pengetahuan dan teknologi (Eckholm, 1983).

Gaya hidup, kesederajatan, tujuan-tujuan sosial, dan diatas semuanya peranan energi dalam masyarakat, bagaimana ia didapatkan dan digunakan, semuanya harus dipertimbangkan.

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 Pencemaran Udara**

##### **3.1.1 Pengertian dasar pencemaran udara**

Pencemaran udara didefinisikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan binatang. Bila keadaan seperti tersebut dapat terjadi, maka udara telah dikatakan tercemar (Wardhana, 1995)

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara adalah juga atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan di dunia. Dan udara terdapat Oksigen ( $O_2$ ) untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun dan Ozon ( $O_3$ ) untuk menahan sinar ultraviolet (Wardhana, 1995).

##### **3.1.2 Komponen pencemar udara**

Udara di daerah perkotaan yang mempunyai banyak kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif sudah tidak bersih lagi. Udara di daerah industri kotor terkena bermacam-macam pencemar. Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah komponen-komponen seperti Karbon monoksida ( $CO$ ),

Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_x$ ), Belerang Oksida ( $\text{SO}_x$ ), Hidro Karbon (HC), Partikel dan lain-lain (Wardhana, 1995).

### 3.1.3 Dampak pencemaran udara

Dampak pencemaran udara saat ini merupakan masalah serius yang dihadapi oleh Negara – negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran udara ternyata sangat merugikan. Pencemaran tersebut tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap keehatan manusia saja, akan tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya, seperti hewan, tanaman, bangunan gedung dan lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di amerika serikat pada tahun 1980, kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara maencapai angka kurang lebih 51.000 orang. Angka tersebut cukup mengerikan karena bersaing keras dengan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit lainnya, seperti kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung, kangker dan lain sebagainya. Menurut para ahli, pada sekitar tahun 2000-an kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara akan mencapai angka 57000 arang pertahunnya. Selama dua puluh tahun angka kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara naik mendekati 14 % atau mendekati 0,7 pertahun. Selain itu kerugian materi yang disebabkan oleh pencemaran udara, apabila diukur dengan uang, dapat mencapai sekitar 12-16 juta US dollar pertahun, suatu angka yang sangat berarti bila dibelanjakan untuk kesejahteraan umat manusia (Wardhana, 1995).

### **3.2 Pencemaran Yang Lain**

Kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor, mesin-mesin dalam pabrik menyebabkan pencemaran jenis lain, yang dapat mengganggu ketenangan hidup serta menyebabkan rusaknya pendengaran.

Radiasi sebagai pencemaran yang tidak tampak, mungkin sekarang terutama di negara-negara industri merupakan ancaman yang tidak dapat diabaikan. Penggunaan tenaga nuklir untuk pembangkit tenaga listrik, serta alat-alat elektronika yang menggunakan sinar X, Laser dan lain-lain merupakan sumber utama pencemaran lingkungan jenis ini (Sudikna, 1998).

### **3.3 Pencemaran Logam Berat**

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

Logam berat merupakan komponen yang banyak terdapat dan menyangkup benda-benda di alam pada umumnya semua logam tersebut diseluruh permukaan bumi, tanah, air, maupun udara. Beberapa diantaranya berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup, dan disebut sebagai hara mikroesensial. Secara biologis beberapa logam dibutuhkan oleh makhluk hidup pada konsentrasi tertentu.

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pencemaran yang dihasilkan logam berat sampai tingkat tertentu dapat mengganggu kesehatan manusia.

Masalah yang dihasilkan dari logam berat ini cukup rumit, karena logam berat mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Beracun.
2. Tidak dapat atau dihancurkan oleh organisme hidup.
3. Dapat diakumulasi didalam tubuh organisme termasuk manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung.

### 3.4 Logam Berat

Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair. Logam cair, contohnya adalah air raksa (Hg), serium (Ce) dan gallium (Ga).

Logam berat sebetulnya telah dipergunakan secara luas terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4).
- b. Memiliki nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida.
- c. Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup (Palar, 1994).

Istilah logam berat sebenarnya untuk menyebutkan sejumlah unsur seperti arsenik (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), merkuri (Hg), timah (Sn), seng (Zn), timah hitam (Pb), kobalt (Co), khromium (Cr), nikel (Ni) dan vanadium (V).

Disebut logam lantaran berat molekulnya lebih besar dibandingkan dengan unsur kimia lain. Disamping kegunaannya dalam mendukung kehidupan, logam berat juga dapat merugikan kesehatan (Sujayanto, 2002).

Kebutuhan logam berat pada kehidupan makhluk hidup dalam jumlah sangat sedikit, tetapi bila kebutuhan tersebut tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup setiap makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan sangat dipentingkan maka logam tersebut dinamakan sebagai logam-logam mineral esensial tubuh. Ternyata kemudian, bila jumlah dari logam-logam esensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh. Contoh dari logam-logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn) dan Nikel (Ni) (Palar, 1994).

#### **3.4.1 Metabolisme logam berat dalam tubuh**

Metabolisme merupakan suatu proses atau peristiwa kinerja yang terjadi dalam tubuh setiap organisme hidup. Proses tersebut berkenaan dengan fisiologi tubuh organisme untuk dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Dalam peristiwa ini semua bahan-bahan yang masuk ke dalam tubuh akan diolah untuk dapat dimanfaatkan tubuh.

Metabolisme atau transformasi biologis (biotransformasi) dari bahan-bahan beracun merupakan bahan penentu utama terhadap daya racun dari zat terkait. Melalui proses ini bahan-bahan beracun yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami peningkatan daya racunnya atau akan mengalami penurunan dari daya racun yang dimilikinya, karena setiap zat atau mineral yang masuk akan diolah

dan diubah menjadi bentuk yang lebih sederhana atau dalam bentuk molekul atau persenyawaan yang lebih sederhana (Palar, 1994).

Proses biotransformasi ini dapat dikelompokkan dalam 3 bentuk yaitu :

1. Transformasi yang bersifat destruktif (oksidasi, reduksi dan hidrolisis)
2. Transformasi yang bersifat sintesis (konjugasi)
3. Transformasi yang bersifat induksi enzim

Dalam peristiwa biotransformasi suatu bahan beracun dapat saja berikatan dengan bahan beracun lain yang akan meningkatkan daya racunnya yang sudah ada dan atau sebaliknya, ikatan yang dengan bahan racun lain yang antagonis dapat menurunkan dan bahkan menetralkan daya racun yang semula ada.

#### **3.4.2 Mekanisme keracunan**

Mekanisme keracunan terbagi atas dua fase, yaitu fase kinetik dan fase dinamik. Fase kinetik meliputi proses-proses biologi biasa seperti: penyerapan, penyebaran dalam tubuh, metabolisme dan proses pembuangan atau ekskresi. Adapun fase dinamik meliputi semua reaksi-reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh, berupa katabolisme dan anabolisme yang melibatkan enzim-enzim.

Fase dinamik merupakan proses lanjut dari fase kinetik. Pada fase dinamik ini bahan beracun yang tidak bisa dinetralisir oleh tubuh akan bereaksi dengan senyawa-senyawa hasil dari proses biosintesis seperti protein, enzim, asam inti, lemak dan lain-lain. Hasil dari reaksi yang terjadi antara bahan beracun dengan produk biosintesa ini bersifat merusak terhadap proses-proses biomolekul dalam tubuh (Palar, 1994).

Ochiai (1977), seorang ahli kimia telah mengelompokkan mekanisme keracunan oleh logam ke dalam 3 (tiga) kategori yaitu :

1. Memblokir atau menghalangi kerja gugus fungsi biomolekul yang esensial untuk proses-proses, seperti protein dan enzim.
2. Menggantikan ion-ion logam esensial yang terdapat dalam molekul terkait.
3. mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk dari gugus-gugus aktif yang dimiliki.

Dalam bidang kesehatan kerja, dikenal istilah keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut didefinisikan sebagai suatu bentuk keracunan yang terjadi dalam jangka yang singkat atau sangat singkat. Peristiwa keracunan akut dapat terjadi apabila individu atau biota secara tidak sengaja menghirup atau menelan bahan beracun dalam dosis atau jumlah yang besar. Adapun keracunan kronis didefinisikan dengan terhirup atau tertelannya bahan beracun dalam dosis rendah tetapi dalam jangka waktu yang panjang (Palar, 1994).

Terhirupnya uap logam-logam yang berkonsentrasi tinggi akan menyebabkan iritasi pada jalan pernapasan dan bila dibiarkan akan sampai ke paru-paru. Pada keracunan akut, konsentrasi tinggi ini dapat menimbulkan kematian secara seketika. Tetapi dalam konsentrasi yang tidak begitu tinggi, kematian dapat terjadi sampai beberapa minggu setelah terhirup atau tertelannya bahan beracun tersebut.

### 3.4.5 Timbal (Pb)

#### a. Penyebaran, sifat, dan penggunaannya

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam. Dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum. Dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2.

Penyebaran logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di 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.

Melalui proses-proses geologi, timbal terkonsentrasi dalam deposit seperti bijih logam. Persenyawaan bijih logam timbal ditemukan dalam bentuk galena (PbS), anglesit (PbSO<sub>4</sub>) dan dalam bentuk mineral (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Boleh dikatakan bahwa timbal tidak pernah ditemukan dalam bentuk logam murninya.

Bijih-bijih logam timbal bergabung dengan logam-logam lain seperti perak (argentum-Ag), seng (zincum-Zn), Arsen (arsenicum-Ar), logam stibi (stibium-Sb) dan dengan logam bismut (bismuth-Bi).

Bijih-bijih logam timbal yang diperoleh dari hasil penambangan hanya mengandung sekitar 3%-40% timbal. Hasil ini akan dipekatkan lagi sampai 40%, sehingga didapat logam timbal murni. Produksi penambangan logam timbal dunia sampai tahun 1974 telah mencapai hasil 3.844.687 ton logam timbal murni. Semua itu berhasil dari penambangan logam timbal di AS, Uni Soviet, Australia, Kanada, Peru, Meksiko, Yugoslavia, Korea, Cina dan Maroko.

Logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat yang khusus seperti berikut:

1. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
2. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan coating.
3. Mempunyai titik lebur, hanya  $327,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
4. Mempunyai kerapatan yang lebih besar di bandingkan dengan logam-logam biasa kecuali emas dan merkuri.
5. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Timbal dan persenyawaannya banyak digunakan dalam berbagai bidang. Dalam industri baterai, timbal digunakan sebagai grid yang merupakan alloy (suatu persenyawaan) dengan logam bismut (Pb-Bi) dengan perbandingan 93 :7.

Timbal oksida (PbO) dan logam timbal dalam industri baterai digunakan sebagai bahan yang aktif dalam pengaliran arus elektron. Kemampuan timbal adalah membentuk alloy dengan banyak logam lain telah dimanfaatkan untuk meningkatkan sifat metalurgi dari logam ini dalam penerapan yang sangat luas. Alloy Pb yang mengandung 1 % stibium (Sb), banyak digunakan sebagai bahan kabel telepon. Alloy Pb dengan 0,15 % As, 0,1% Sn, dan 0,1% Bi, banyak digunakan untuk kabel listrik. Disamping itu, bentuk-bentuk lain dari alloy Pb, juga banyak digunakan dalam konstruksi pabrik-pabrik kimia, kontainer dan alat-alat lainnya. Penggunaan alloy Pb ini lebih disebabkan oleh kemampuannya yang sangat tinggi untuk tidak mengalami korosi.

Persenyawaan Pb dengan Cr (Chromium), Mo (Molibdenum), dan Cl (Chlor), digunakan secara luas sebagai pigment "Chrom". Senyawa  $PbCrO_4$  digunakan dalam industri cat untuk mendapatkan warna "kuning-Chrom",  $Pb(OH)_2$ ,  $2PbCO_3$  untuk mendapatkan warna "timah putih", sedangkan senyawa yang dibentuk dari  $Pb_3O_4$  digunakan untuk mendapatkan warna "timah merah".

Dalam perkembangan industri kimia, dikenal pula aditive yang dapat ditambahkan kedalam bahan bakar kendaraan bermotor. Persenyawaan yang dibentuk dari logam Pb sebagai aditive ini ada dua jenis, yaitu  $(CH_3)_4Pb$  (tetrametil-Pb) dan  $(C_2H_5)_4Pb$  (tetraetil-Pb).

#### **b. Pb di udara**

Jumlah Pb diudara mengalami peningkatan yang sangat drastis sejak dimulainya revolusi industri di Benua Eropa. Asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan telah dilepaskan ke udara. Hal ini berlangsung terus menerus sepanjang hari, sehingga kandungan Pb diudara naik secara sangat mencolok sekali. Kenyataan ini secara dramatis dibuktikan dengan suatu hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada lapisan Es di Greenland pada tahun 1899 (Palar, 1994).

Arus angin ternyata telah menerbangkan debu-debu dan partikulat-partikulat yang mengandung logam Pb ke daerah kutub. Debu dan partikulat tersebut menumpuk pada lapisan atmosfer di kutub, dan kemudian dibawa turun oleh salju untuk selanjutnya membentuk lapisan Es. Sampel-sampel yang diambil pada kedalaman tertentu pada lapisan Es di Greenland, dimana setiap lapisan mewakili umur sampel yang juga berarti merupakan umur dari endapan logam Pb pada daerah tersebut.

Emisi Pb kedalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat. Emisi Pb yang masuk dalam bentuk gas, terutama berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan, Pb yang merupakan hasil samping dari pembakaran ini berasal dari senyawa tetrameti-Pb dan tetraetil-Pb yang selalu ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk pada mesin-mesin kendaraan.

Disamping itu, dalam bahan kendaraan bermotor biasanya ditambahkan pula bahan bakar scavenger, yaitu etilendibromida ( $C_2H_4Br_2$ ) dan etilen bikhlorida ( $C_2H_4Cl_2$ ). Senyawa ini dapat mengikat residu Pb yang dihasilkan setelah pembakaran, sehingga di dalam gas buangan terdapat senyawa Pb dengan halogen.

Dalam aditive yang biasa kita masukan kedalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 18% etilendikhlorida, 18% etilendibromida dan sekitar 2% campuran tambahan dari bahan-bahan yang lain. Jumlah senyawa Pb yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain dan tidak terbakar musnahnya Pb dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi.

Sumber lain yang dapat menyebabkan Pb dapat masuk keudara ada bermacam-macam. Diantara sumber alternatif ini yang tergolong besar adalah pembakaran batubara. Asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa alkil-Pb,

Pb-oksida, peleburan bijih Pb dan transfer bahan bakar kendaraan bermotor. Karena senyawa alkil-Pb yang terdapat dalam bahan bakar tersebut dengan sangat mudah menguap.

### **c. Keracunan logam Pb**

keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994).

Bentuk-bentuk kimia dari senyawa-senyawa Pb, merupakan faktor penting yang mempengaruhi tingkah laku Pb dalam tubuh manusia. Senyawa-senyawa Pb organik relatif lebih mudah untuk diserap tubuh melalui selaput lendir atau melalui lapisan kulit, bila dibandingkan dengan senyawa-senyawa Pb organik relatif lebih mudah untuk diserap tubuh melalui selaput lendir atau melalui lapisan kulit. Bila dibandingkan dengan senyawa-senyawa Pb an-organik. Namun hal itu bukan berarti semua senyawa Pb dapat diserap tubuh, melainkan hanya sekitar 5-10% dari jumlah Pb yang masuk melalui makanan dan atau sebesar 30% dari jumlah Pb yang terhirup yang akan diserap oleh tubuh. Dari jumlah yang terserap itu, hanya 15% yang akan mengendap pada jaringan tubuh. Dan sisanya akan turut terbangun bersama bahan sisa metabolisme seperti urine dan feces.

Sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Pb yang ada dari volume udara yang mampu

dihirup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Makin kecil ukuran partikel debu, serta makin besarnya volume udara yang mampu terhirup. Maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh logam Pb yang masuk keparu-paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah paru-paru untuk kemudian diedarkan keseluruh jaringan dan organ tubuh lebih dari 90% logam Pb yang terserap oleh darah berikatan dengan sel-sel darah merah (erythrocyt) (Palar, 1994).

Senyawa Pb yang masuk kedalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh namun demikian jumlah Pb yang masuk bersama makanan atau minuman ini masih mungkin ditolerir oleh lambung disebabkan asam lambung (HCl) mempunyai kemampuan untuk menyerap logam Pb tetapi walaupun asam lambung mempunyai kemampuan untuk menyerap keberadaan logam Pb ini. Pada kenyataannya Pb lebih banyak dikeluarkan oleh tinja.

Senyawa Pb organik umumnya masuk kedalam tubuh melalui jalur pernafasan atau penetrasi melewati kulit. Penyerapan lewat kulit ini dapat terjadi disebabkan karena senyawa ini dapat larut dalam minyak dan lemak. Senyawa seperti tetraetil-Pb. Dapat menyebabkan keracunan akut pada sistem syaraf pusat, meskipun proses keracunan tersebut terjadi dalam waktu yang cukup panjang dengan kecepatan penyerapan kecil.

Pada pengamatan yang dilakukan terhadap para pekerja yang berkerja menangani senyawa Pb, tidak ditemukan keracunan kronis yang berat. Gejala keracunan kronis ringan yang ditemukan berupa insomnia dan berbagai macam

gangguan tidur lainnya. Sedangkan gejala pada kasus keracunan akut ringan adalah menurunnya tekanan darah dan berat badan. Keracunan akut yang cukup berat dapat mengakibatkan koma dan bahkan kematian (Palar, 1994).

Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit. Logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh.

### 3.4.4 Kadmium (Cd)

#### a. Penyebaran, sifat, dan penggunaannya

Logam Cd atau Cadmium (Kadmium) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam hanya ada satu jenis mineral Cadmium di alam yaitu (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *spalirite* (ZnS) mineral greenockite ini sangat jarang ditemukan di alam, sehingga dalam eksploitasi logam Cd biasanya merupakan produksi sampingan dari peristiwa peleburan dan refining bijih-bijih Zn (Seng) biasanya pada konsentrat bijih Zn, didapatkan 0,1%-0,3 % logam Cd. Disamping itu Cd juga diproduksi dari peleburan bijih-bijih logam Pb (Timah hitam) dan Cu (Tembaga). Namun demikian, Zn merupakan sumber utama dari logam Cd, sehingga produksi dari logam tersebut sangat dipengaruhi oleh Zn.

Seperti halnya unsur-unsur kimia lainnya terutama golongan logam-logam Cd mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri berdasarkan pada sifat-sifat fisiknya. Cd merupakan logam yang lunak *ducale*, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilatnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta akan cepat mengalami kerusakan bila dikenai oleh uap ammonia

(NH<sub>3</sub>) dan sulfur Hidroksida (SO<sub>2</sub>). Sedangkan berdasarkan pada sifat-sifat kimianya, logam Cd didalam persenyawaan yang dibentuknya pada umumnya mempunyai bilangan valensi 2-3, sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1, bila dimasukkan kedalam larutan yang mengandung ion OH<sup>-</sup> ion-ion Cd<sup>2+</sup> akan mengalami proses pengendapan (palar, 1994).

Logam Cadmium sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Logam ini telah digunakan semenjak tahun 1950 dan total produksi dunia adalah sekitar 15000-18000 pertahun. Prinsip dasar atau prinsip utama dalam penggunaan Cadmium adalah sebagai bahan stabilisasi, sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada electroplating. Sebagian dari substansi logam Cadmium ini juga digunakan untuk solder dan alloy-alloy nya digunakan pula pada baterai. Umumnya logam Cadmium (Cd), senyawa oksida dari Cadmium (CdO), hidrat (CdH<sub>2</sub>), dan Chlorida paling banyak digunakan dalam industri electroplating (palar, 1994).

#### **b. Cd dalam lingkungan**

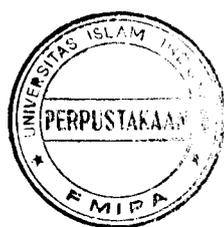
Logam Cadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama sekali merupakan efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan manusia boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd.

Dalam strata lingkungan logam Cd dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam Cd akan dapat dijumpai didaerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, selain dalam air buangan.

Seperti halnya merkuri dan logam-logam berat lainnya, logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya bagi manusia. Logam atau persenyawaan Cd yang terdapat diudara dalam bentuk partikulat, akan diserap oleh tumbuh-tumbuhan. Pada tumbuh-tumbuhan yang telah menyerap partikulat-partikulat Cd itu akan mengalami peristiwa terjadinya hambatan terhadap penyerap zat besi yang sangat dibutuhkan oleh klorofil (zat hijau daun) tumbuhan (palar, 1994).

### **c. Keracunan oleh Cd**

Sama halnya dengan logam berat lainnya, seperti merkuri (Hg) dan plumbum (Pb), keracunan yang disebabkan oleh Cd dapat bersifat akut dan keracunan kronis. Keracunan akut yang disebabkan oleh Cd, sering terjadi pada pekerja industri-industri yang berkaitan dengan logam ini peristiwa keracunan akut ini dapat terjadi karena para pekerja tersebut terkena paparan uap logam Cd atau CdO. Gejala-gejala keracunan akut yang disebabkan oleh logam Cd adalah timbulnya rasa sakit dan panas pada bagian dada. Akan tetapi gejala keracunan ini tidak langsung muncul begitu si penderita terpapar oleh uap logam Cd ataupun CdO. Gejala keracunan akut ini muncul setelah 4 - 10 jam sejak si penderita terpapar oleh uap logam Cd akibat dari keracunan logam Cd ini, dapat menimbulkan penyakit paru-paru yang akut. Penyakit paru-paru akut ini dapat terjadi bila penderita terpapar oleh uap Cd dalam waktu 24 jam lebih jauh keracunan akut yang disebabkan oleh uap Cd atau CdO dapat menimbulkan kematian bila konsentrasi yang mengakibatkan keracunan tersebut berkisar dari 2500 sampai 2900 mg/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada pekerjaan - pekerjaan yang



menggunakan solder dengan kandungan 24% Cd, kematian akan segera terjadi bila konsentrasi uap solder secara keseluruhan sebesar  $1 \text{ mg/m}^3$ .

Keracunan yang bersifat kronis yang disebabkan oleh daya racun yang dibawa oleh logam Cd, terjadi dalam selang waktu yang sangat panjang. Peristiwa ini terjadi karena logam Cd yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah kecil, sehingga dapat ditolerir oleh tubuh pada saat tersebut. Akan tetapi karena proses kemasukan tersebut terus-menerus secara berkelanjutan, maka tubuh pada batas akhir tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya racun yang dibawa oleh Cd. Keracunan yang bersifat kronis membawa akibat yang lebih buruk dan penderita yang lebih menakutkan bila dibandingkan dengan keracunan akut.

Pada keracunan kronis yang disebabkan oleh Cd, umumnya berupa kerusakan-kerusakan pada banyak sistem fisiologis tubuh. Sistem-sistem tubuh yang dapat dirusak oleh keracunan kronis logam Cd ini adalah pada sistem urinaria (ginjal), sistem respirasi (pernafasan/paru-paru), sistem sirkulasi (darah) dan jantung. Disamping semua itu, keracunan kronis tersebut dapat merusak kelenjar reproduksi, sistem penciuman dan bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan pada tulang.

### **3.4.5 Chromium (Cr)**

#### **a. Penyebaran, sifat, dan penggunaannya**

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam. Logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Cara lain untuk mendapatkan logam Khromium dengan memanfaatkan reaksi eksotermis. Pada reaksi eksotermis ini campuran yang dibentuk dari logam Al cair

dan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ini diaduk-aduk sehingga bisa didapatkan logam Cr sampai 94% (Palar, 1994).

Berdasarkan pada sifat-sifat kimianya, logam Cr dalam persenyawaannya mempunyai bilangan oksidasi 2+, 3+, dan 6+. Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah yang sedikit sekali sekali. Khromium merupakan logam yang sangat mudah beraksi dengan nitrogen, karbon, silika, dan baron (Palar, 1994).

Khromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini banyak digunakan sebagai bahan pelapis (plating) pada bermacam-macam peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga sampai kemobil Cr juga banyak dibentuk untuk menjadi alloy. Bentuk alloy dan Cr sangat banyak dan juga mempunyai fungsi pemakaian yang sangat luas Dalam kehidupan (Palar, 1994).

Persenyawaan lain yang dapat dibentuk dengan menggunakan logam Cr seperti senyawa-senyawa khromat dan dikhromat sangat banyak digunakan dalam perindustrian. Kegunaan yang umum di kenal dari senyawa-senyawa khromat dan dikhromat ini adalah dalam bidang-bidang seperti litografi, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat warna, sebagai bahan peledak dan sebagai geretan (korek api) serta masih banyak lagi kegunaan lainnya (palar, 1994).

Dalam bidang pengobatan, bentuk lain dari Khromium juga banyak digunakan Radioisotop Khromium dalam bentuk  $^{51}\text{Cr}$  yang dapat menghasilkan sinar gamma, digunakan bentuk penandaan sel-sel darah dalam studi-studi

mengenai hemoglobin. Isotop ini juga banyak digunakan sebagai penjinak sel-sel tumor tertentu ( Palar, 1994)

#### **b. Cr dalam lingkungan**

Logam Cr masuk kedalam semua strata lingkungan, strata perairan, tanah, ataupun udara (lapisan atmosfer), sumber-sumber masukan logam Cr kedalam strata lingkungan yang umum diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar (Palar, 1994).

Dari pembakaran yang dilakukan terhadap batu bara akan dilepaskan Cr keudara sebesar 10 ppm, sedangkan dari pembakaran minyak bumi akan dilepaskan Cr keudara sebesar 0,3 ppm (Palar, 1994).

Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui 2 cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Disamping debu-debu dan partikel-partikel yang ada diudara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya Cr yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efek yang disebabkan oleh aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sumber-sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Palar, 1994).

#### **c. Keracunan Cr**

Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Ion  $Cr^{6-}$  merupakan bentuk logam yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, sifat racun diebabkan oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (palar, 1994).

Tingkat daya racun yang disebabkan oleh logam Khromium tidak sama pada semua makhluk hidup. Daya racun itu lebih ditentukan oleh masing-masing individu untuk menetralsir bahan-bahan beracun yang masuk kedalam tubuhnya. (Palar, 1994).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan perbedaan proses metabolisme tubuh terhadap ion  $\text{Cr}^{6+}$  dan ion  $\text{Cr}^{3+}$ . Perbedaan ini semakin terlihat jelas dengan berbedanya jenis atau spesies yang termasuk logam ini. Berdasarkan pada data-data tentang metabolisme yang dikumpulkan, dapat dipastikan bahwa tingkat atau jumlah kandungan Cr dalam urine ataupun dalam darah atau tidak dapat dijadikan sebagai indikator biologis untuk tingkatan keterpaparan oleh Cr maupun jumlah Cr yang masuk di seluruh tubuh.

Demikian tingginya daya serangan keracunan Cr terhadap timbulnya penyakit kanker paru-paru, telah menggugah para peneliti untuk lebih mendalami dan melakukan banyak penelitian dengan Cr dan kanker paru-paru yang ditimbulkannya.

### **3.5 Rambut sebagai indikator**

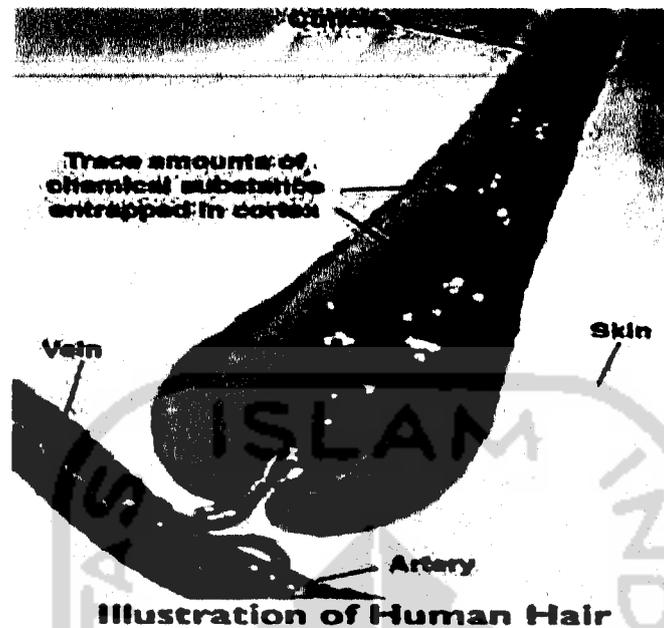
Rambut adalah jaringan kompleks terdiri dari sejumlah sel dengan berbagai pola perbedaan. Rambut merupakan benang keratin yang berkembang dari epidermis, dimana rambut tersebar keseluruh tubuh kecuali telapak tangan dan kaki. Keratin adalah protein rambut, terdiri atas tubuh kecuali telapak tangan dan kaki. Keratin adalah protein rambut, terdiri atas rantai peptida yang panjang atau gugus-gugus dari rantai tersebut. Rantai peptida dapat berbelit dalam bentuk pilin atau heliks dan saling berhubungan dengan ikatan S-S serta ikatan hidrogen,

keratin ini merupakan suatu protein yang sangat tidak larut dan tahan terhadap serangan enzim preteolitik lambung dan usus, dan kadar asam amino yang mengandung sulfur yaitu sistin yang dihubungkan oleh ikatan disulfid (Harold, 1975).

Ada dua tipe rambut, yang pertama rambut terminal yang kasar banyak mengandung pigmen, terdapat dikepala, ketiak, alis, bulumata. Yang kedua adalah rambut velus yang merupakan rambut halus, sedikit mengandung pigmen dan terdapat diseluruh tubuh.

Logam-logam asing yang tidak dibutuhkan dalam tubuh manusia dibuang keluar antara lain melalui rambut. Rambut tidak selalu tumbuh tetapi rambut tumbuh secara siklik dengan mengalami beberapa fase pertumbuhan rambut kira-kira 0,3-0,4 mm/hari, atau kira-kira 6 inchi pertahun (Gunandjar, 1985).

Oleh karena pertumbuhan rambut yang perlahan-lahan, maka dapat mencerminkan akumulasi logam dalam jangka waktu yang relatif lama. Kadar logam dalam rambut relatif tinggi dibandingkan kadar logam dalam urin, keringat, tinja maupun darah. Mengingat alasan tersebut, rambut lebih banyak digunakan sebagai indikator akumulasi logam dibandingkan darah, urin, tinja, keringat. Selain itu, indikator rambut lebih mudah penanganannya (Gunandjar, 1985).



**Illustration of Human Hair**

Gambar 1. Ilustrasi rambut manusia  
(Anonim, Moon Dragon's health therapy: Hair analysis, 2002)

Analisa memberikan penilaian yang akurat tentang pemusatan mineral dalam tubuh yang dalam jumlah tertentu bersifat toksik, mineral yang penting dan yang dibutuhkan dalam jumlah kecil, tetapi dalam jumlah besar bersifat toksik. Dengan melakukan deteksi awal terhadap zat yang toksik seperti merkuri, kadmium, dan aluminium, analisa rambut memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengukur toksisitas sebelum gejala-gejala yang nyata muncul dan dengan menunjukkan tingkat mineral seperti kalsium, hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengukur toksisitas sebelum gejala-gejala yang ada muncul dan dengan menunjukkan tingkat mineral seperti kalsium, hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengukur penurunan gizi dengan baik sebelum permasalahan kesehatan menjadi serius.

4. Anak-anak jalanan yang berusia diatas 16 tahun, mereka berada dijalanan untuk mencari kerja, atau masih labil suatu pekerjaan. Umumnya mereka telah lulus SD bahkan ada yang SLTP. Mereka biasanya kaum urban yang mengikuti orang dewasa (orangtua ataupun saudaranya) ke kota. Pekerjaan mereka biasanya mencuci bus, menyemir sepatu, membawa barang belanjaan ( kuli panggul ) pengasong, pengamen, pengemis dan pemulung.

### **3.7 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrometri atom adalah sistem dari alat yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel. beberapa sistem telah dipakai untuk menghasilkan uap atom, diantaranya: nyala dan atomisasi elektrothermal. Secara ideal fungsi dari sistem atomisasi (source) adalah:

- 1) Mengubah sembarang jenis sampel menjadi uap atom fasa gas dengan sedikit perlakuan atau tanpa perlakuan awal.
- 2) Melakukan seperti pada point 1) untuk semua elemen (unsur) dalam sampel pada semua level konsentrasi.
- 3) Agar diperoleh kondisi operasi yang identik untuk setiap elemen dan sampel.
- 4) Mendapatkan sinyal analitik sebagai fungsi sederhana dari konsentrasi tiap-tiap elemen, yakni agar gangguan (interferensi) dan pengaruh matriks (media) sampel menjadi minimal.

- 5) Memberikan analisis yang teliti (*precise*) dan tepat (*accurate*).
- 6) Mendapatkan harga beli, perawatan dan pengoperasian yang murah.
- 7) Memudahkan operasi.

### 3.7.1 Nyala sebagai sumber uap atom

Tiap alat spektrometri atom akan mencakup dua komponen utama sistem introduksi sampel dan sumber (*source*) atomisasi. Untuk kebanyakan instrumen sumber atomisasi ini adalah nyala dan sampel di introduksi dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol biasanya dihasilkan oleh *Nebulizer* (pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyeprot (*chamber spray*). Gabungan sub sistem *Nebulizer-spray chamber-burner*.

### 3.7.2 Jenis Nyala

Ada banyak variasi nyala yang dipakai bertahun-tahun untuk spektrometri atom. Namun demikian yang saat ini menonjol dan dipakai secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous Oksida-asetilen. Dengan kedua jenis nyala ini, kondisi analisis yang sesuai untuk kebanyakan analit (unsur yang dianalisis) dapat ditentukan dengan menggunakan metode-metode emisi, absorpsi dan juga fluoresensi.

#### 1. 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.

## 2. Nitrous oksida-asetilen

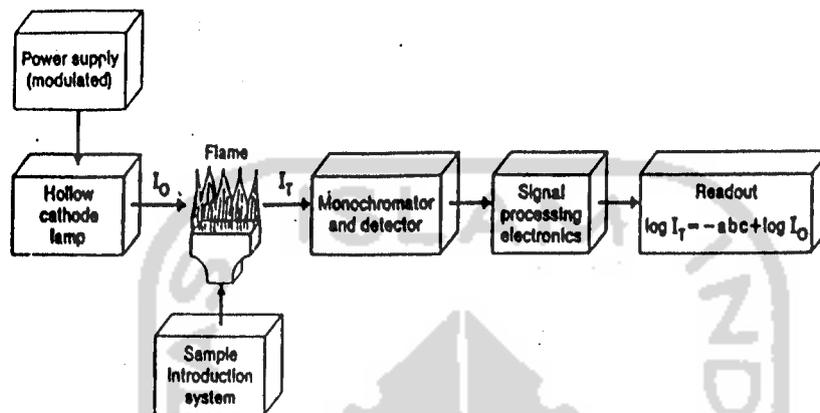
Dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur-unsur yang mudah membentuk oksida yang sulit terurai. Hal ini disebabkan temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi.

### 3.7.3 Prinsip Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Prinsip analisis memakai instrument SSA adalah larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam 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 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* (Anonim, 2003).

### 3.7.4 Instrumentasi SSA

Diagram blok dari instrumentasi SSA diberikan pada gambar 1.



Gambar 2. Diagram Spektrofotometer Serapan Atom

Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen berikut :

- a. Unit atomisasi
- b. Sumber radiasi
- c. Sistem pengukur fotometrik

Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala maupun dengan tungku. Untuk mengubah unsur metalik menjadi uap atau hasil disosiasi diperlukan panas. Temperatur harus benar-benar terkendali dengan sangat hati-hati agar proses atomisasinya sempurna. Ionisasi harus dihindarkan dan dapat terjadi bila temperatur terlalu tinggi.

Metode tanpa nyala lebih disukai dari metode nyala. Bila ditinjau dari sumber radiasi, haruslah bersifat sumber yang kontinyu. Di samping itu system dengan penguraian optis yang sempurna diperlukan untuk memperoleh sumber

sinar dengan garis absorpsi yang semonokromatis mungkin. Sumber sinar yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur spesifik tertentu dikenal sebagai lampu pijar *hollow cathode*. Lampu ini memiliki dua elektroda, satu di antaranya berbentuk silinder dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisis. Lampu ini diisi dengan gas mulia bertekanan rendah. 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. Suatu garis yang diinginkan dapat diisolasi dengan suatu monokromator. Lampu *hollow cathode* yang dibuat dari bermacam unsur sekarang sudah tersedia. Lampu tersebut memudahkan pekerjaan karena tidak perlu lagi menukar lampu (Khopkar SM, 1990).

### 3.7.5 Teknik analisis

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan SSA. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang akan merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope =  $\epsilon \cdot b$  atau slope =  $a \cdot b$ . Konsentrasi larutan sampel dapat di cari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva kalibrasi atau dimasukkan ke dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linier pada kurva kalibrasi (Khopkar, 1990).

### 3.7.6 Jenis-jenis gangguan pada SSA

#### a. Gangguan ionisasi

Gangguan ini biasa terjadi pada unsur-unsur alkali dan alkali tanah dan beberapa unsur yang lain karena unsur-unsur tersebut mudah terionisasi dalam nyala. Dalam analisis dengan FES dan SSA yang diukur adalah emisi dan serapan atom yang tak terionisasi. Oleh sebab itu dengan adanya atom-atom yang terionisasi dalam nyala akan mengakibatkan sinyal yang ditangkap detektor menjadi berkurang. Namun demikian gangguan ini bukan gangguan yang sifatnya serius, karena hanya sensitivitas dan linearitasnya saja yang terganggu. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan unsur-unsur yang mudah terionisasi kedalam sampel sehingga akan menahan proses ionisasi dari unsur yang dianalisis.

#### b. Pembentukan senyawa refraktori

Gangguan ini disebabkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia, anion, yang ada dalam larutan sampel sehingga terbentuk senyawa yang tahan panas (*refractory*). Sebagai contoh, pospat akan beraksi dengan kalsium dalam nyala menghasilkan kalsium piropospat ( $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ). Hal ini menyebabkan absorpsi ataupun emisi atom kalsium dalam nyala menjadi berkurang. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan stronsium klorida ataupun lantanum nitrat kedalam larutan. Kedua logam ini lebih mudah beraksi dengan pospat dibanding kalsium sehingga reaksi antara kalsium dengan pospat dapat dicegah atau diminimalkan. Gangguan yang lebih serius terjadi apabila unsur-unsur seperti : Al, Ti, Mo, V dan lain-lain beraksi dengan O dan OH dalam nyala menghasilkan logam oksida dan

hidroksida yang tahan panas. Gangguan ini hanya dapat diatasi dengan menaikkan temperatur nyala, sehingga nyala yang umum digunakan dalam kasus semacam ini adalah nitrous oksida-asetilen.

### **c. Gangguan fisik alat**

Yang dianggap sebagai gangguan fisik adalah semua parameter yang dapat mempengaruhi kecepatan sampel sampai kenyal dan sempurnanya atomisasi. Parameter-parameter tersebut adalah: kecepatan alir gas, berubahnya viskositas sampel akibat temperatur atau solven, kandungan padatan yang tinggi, perubahan temperatur nyala dan lain-lain. Gangguan ini biasanya dikompensasi dengan lebih sering membuat kalibrasi (standardisasi) (Anonim, 2003).

### **3.8 Hipotesis**

Dengan menggunakan analisis Spektrofotometer Serapan Atom di duga Terdapat logam berat Pb, Cd, dan Cr yang menempel dan terakumulasi pada rambut anak jalanan dikawasan terminal Umbulharjo Jogjakarta.

**BAB IV**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**4.1 Alat dan Bahan**

**1. Alat yang digunakan :**

- a. Gunting rambut (Gunting Stainless-steel)
- b. Kantong plastik dan kertas
- c. Biodata Probandus
- d. Kertas timbang
- e. Tabung reaksi
- f. Furnace dengan suhu maksimum 1100 °C
- g. Gelas kimia
- h. Timbangan digital listrik
- i. Labu ukur 10 mL
- j. Pipet
- k. Cawan Porselin
- l. Seperangkat alat SSA Hitachi Polarized Zeeman

**2. Bahan yang dibutuhkan :**

- a. Sampel rambut (diambil dari anak jalanan)
- b. HNO<sub>3</sub> pekat 65 % buatan E. Merk
- c. Akuabidest buatan E. Merk
- d. Asam perklorat pekat 60 %
- e. Aquaregia (3:1)
- f. Aseton 100 % buatan E. Merk
- g. Spektrosol 1000 ppm

## **4.2 Preparasi Sampel**

### **1. Populasi sampel**

Sampel rambut diambil dari anak jalanan yang berumur antara 20 sampai 25 tahun yang bertempat tinggal di Yogyakarta dan kesehariannya beraktifitas diluar khususnya sampel diambil di terminal Umbulharjo yang banyak terdapat polusi udara terutama dari asap kendaraan bermotor.

### **2. Teknik pengambilan sampel**

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara random atau acak. Sebelum mengambil sampel tangan dan gunting dicuci dengan aseton agar tidak ada lemak yang menempel. Setiap anak yang bersedia dijadikan responden dipilih dan dipotong rambutnya. Rambut diambil dari berbagai lokasi yang ada di atas batak kepala. Bagian yang dipilih dipotong sepanjang 1,0 cm - 2,5cm dengan berat 300 mg – 1g. Rambut yang sudah diambil dimasukkan ke kantong plastik yang telah diberi label. Dilakukan pencatatan terhadap data pribadi responden yang didapat dilampiran 1.

### **3. Persiapan sampel untuk dianalisis**

300 mg bagian dari tiap sampel dimasukkan dalam suatu cawan porselin dengan penutup dan ditambah dengan 1,5 mL asam nitrat pekat dibiarkan semalam pada suhu ruangan. Setelah itu, cawan porselin yang berisi sampel dipanaskan pada suhu 170 °C selama 5-6 jam. Setelah pendinginan, ditambahkan 1,0 mL asam perklorat pekat dan dipanaskan pada suhu 170 °C hingga hampir kering dan setelah dingin ditambahkan akuaregia 1,0 mL kemudian dipanaskan pada suhu 170 °C, setelah dingin Residu kemudian dipindahkan pada sebuah

labu volumetrik 10 ml dan volumenya disesuaikan dengan di tambah akuabides sampai volume tersebut. Kemudian sampel siap dianalisis dengan SSA.

#### **4.3 Langkah Kerja**

Untuk mengidentifikasi logam Pb, Cd dan Cr dalam rambut dengan menggunakan SSA, dilakukan langkah sebagai berikut :

##### **1. Optimalisasi alat**

Optimalisasi analisis unsur Pb, Cd dan Cr dilakukan dengan pengamatan yang maksimum pada  $\lambda$  maksimum masing - masing unsur.

Setelah kondisi alat SSA siap digunakan maka dapat dimulai menganalisis sampel yang tersedia SSA yang akan dipakai dihidupkan, setelah itu diambil sampel standar yang kemudian dianalisis di SSA untuk mendapat kurva standar.

Preparasi sampel rambut dilakukan di laboratorium FMIPA UII dan untuk menganalisis sampel yang telah disiapkan dilakukan di Laboratorium UGM.

##### **2. Preparasi larutan standar**

Untuk menganalisis unsur Pb, Cd dan Cr dalam rambut dibuat larutan standar :

- a. Larutan Pb dengan konsentrasi 0,0 ppm, 1,0 ppm, 2,0 ppm, 3,0 ppm, 4,0 ppm dan 5,0 ppm.
- b. Larutan Cd dengan konsentrasi 0,0 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm.
- c. Larutan Cr dengan konsentrasi 0,0 ppm, 2,0 ppm, 4,0 ppm, 6,0 ppm, 8,0 ppm dan 10,0 ppm.

Kemudian dianalisis pada SSA untuk mendapat kurva standar masing-masing unsur dan untuk perhitungan unsur Pb, Cd dan Cr dalam sampel rambut.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Optimasi peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Alat Spektrofotometer Serapan Atom harus di optimasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mengukur larutan standar dan sampel, hal ini dilakukan agar hasil analisis diperoleh dengan baik. Karena populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Dan reaksi kimia dapat terjadi dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Dan reaksi kimia dapat terjadi dalam nyala akan menghasilkan interferensi dalam nyala tersebut. Atom-atom akan menyerap tenaga radiasi yang khas untuk atom-atom tersebut dan berubah kekeadaan eksitasi, semakin banyak atom kekeadaan dasar maka radiasi yang diserap makin banyak pula. Pada kondisi optimum akan diperoleh serapan yang maksimum.

Parameter yang dioptimasi untuk mendapatkan kondisi yang optimum adalah panjang gelombang, laju alir, asetilen sebagai bahan bakar, laju alir udara sebagai oksidan, kuat arus lampu katoda cekung (HCL), lebar celah dan tinggi burner, pada kondisi optimum perubahan serapan akibat perubahan konsentrasi akan lebih sensitiv. Hasil optimasi spektrofotometer dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil optimasi alat Atomic Absorption Spectrophotometry

Parameter	Unsur logam			Satuan
	Pb	Cd	Cr	
Panjang gelombang	283,3	228,8	357,9	nm
Laju alir asetilen	2,0	2,5	3,0	L/menit
Laju alir udara	4,0	4,0	6,0	L/menit
Kuat arus lampu katoda cekung (HCL)	10,0	6,0	12,0	mA
Lebar celah	0,7	0,7	0,7	nm

## 5.2 Populasi Sampel

penelitian ini sampel yang digunakan adalah rambut. Yang diperoleh dari rambut anak jalanan didaerah terminal umbul harjo dikota Jogjakarta. Sampel diambil dari 4 probandus yang bersedia dengan jarak/lokasi dan aktifitas yang berbeda, baik didalam atau diluar terminal Umbul harjo.

Jarak/lokasi keempat probandus sekitar  $\pm 100$  meter yaitu pada lokasi tempat pemberhentian kendaraan bermotor, tempat masuk/keluar kendaraan bermotor, tempat parkir kendaraan bermotor, dan tempat mangkal anak jalanan. Adapun aktivitas keempat probandus itu berbeda diantaranya sebagai pengamen jalanan, peminta-minta dan lain-lain. Data probandus dapat dilihat lampiran 1.

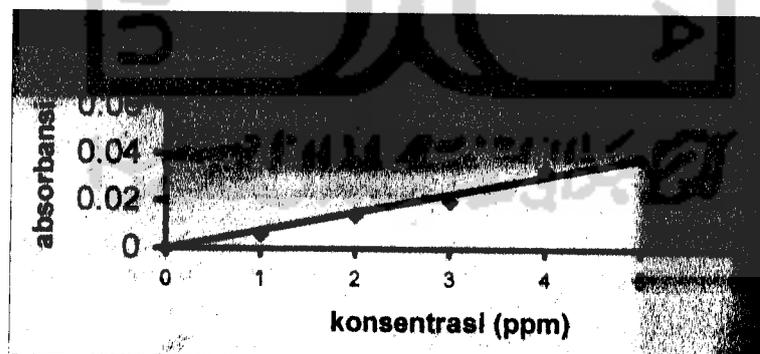
Perbedaan probandus ini untuk mengetahui rata-rata keberadaan logam Pb, Cd, dan Cr baik yang menempel dan yang terakumulasi pada rambut anak jalanan didaerah terminal Umbul harjo dan untuk mengetahui apakah kadar logam Pb, Cd,

dan Cr pada rambut probandus melebihi batas efek toksik minimal. Karena logam-logam tertentu sangat berbahaya bila ditemukan pada konsentrasi tinggi dalam air, tanah, dan udara dan logam tersebut mempunyai sifat yang merusak jaringan tubuh makhluk hidup (Darmono, 1995).

### 5.3 Kurva kalibrasi larutan standar Pb, Cd, dan Cr

Kurva kalibrasi diperoleh dengan cara membuat suatu seri larutan nstandar dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan standar Spektrosol 1000 ppm yaitu dilakukan dengan cara pengenceran. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2. Diukur dengan menggunakan SSA.

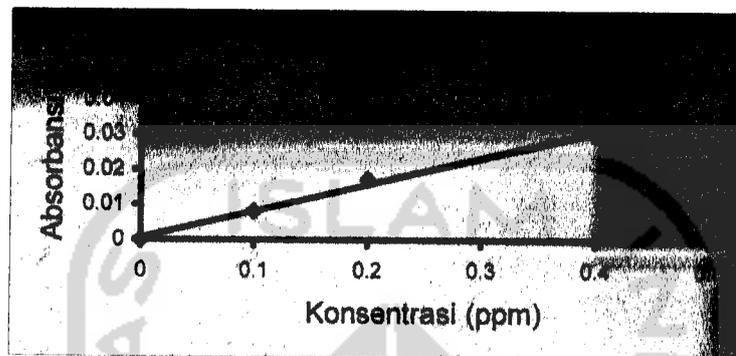
Konsentrasi Pb, Cd, dan Cr dalam larutan sampel diperoleh dari hasil interpolasi absorbansi larutan sampel kedalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan program regresi linier pada kurva kalibrasi. kurva kalibrasi masing-masing larutan standar ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Kurva kalibrasi Pb

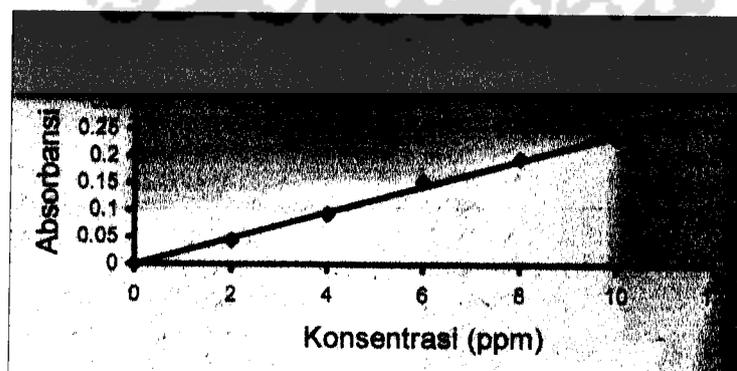
Gambar 3 di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Pb mempunyai persamaan regresi linier  $Y = bx$  yaitu  $Y = 0,008X$  dengan harga  $r = 0,993$ , dimana besarnya hubungan antara x dan y adalah 0,993 artinya bahwa antara variabel x dan variabel y memiliki hubungan yang erat atau saling berpengaruh.

Maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Pb pada sampel. Data regresi linier timbal (Pb) dapat dilihat pada lampiran 3.



Gambar 4. Kurva kalibrasi Cd

Gambar 4 di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Cd mempunyai persamaan regresi linier  $Y = bx$ , yaitu  $Y = 0,075X$  dengan harga  $r = 0,997$  dimana besarnya hubungan antara  $x$  dan  $y$  adalah  $0,997$  artinya bahwa antara variabel  $x$  dan  $y$  memiliki hubungan yang erat atau saling berpengaruh, maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Cd pada sampel. Data regresi Cadmium (Cd) dapat dilihat pada lampiran 4.



Gambar 5. Kurva kalibrasi Cr

Gambar 5 di atas terlihat bahwa kurva kalibrasi Cr mempunyai persamaan regresi linier  $Y = bx$ , yaitu  $Y = 0,024X$  dengan harga  $r = 0,998$  dimana besarnya hubungan antara  $x$  dan  $y$  adalah  $0,998$  artinya bahwa antara variabel  $x$  dan  $y$  memiliki hubungan yang erat atau saling berpengaruh, maka persamaan regresi tersebut baik. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Cr pada sampel. Data regresi Cromium (Cr) dapat dilihat pada lampiran 5.

Absorbansi larutan standar yang akan digunakan sebagai data dari persamaan regresi linier untuk membuat kurva kalibrasi dapat dilihat pada lampiran 6.

#### **5.4 Penentuan kandungan logam Pb, Cd dan Cr dalam rambut dengan Spektrofotometer Serapan Atom**

Analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom memerlukan sampel dalam bentuk larutan, sehingga perlu dilakukan destruksi untuk memecahkan ikatan- ikatan Pb, Cd dan Cr dengan unsur lain di dalam sampel rambut diharapkan dengan melakukan destruksi yang tertinggal hanya logam-logamnya saja.

Preparasi sampel adalah salah satu langkah yang penting dalam analisis unsur-unsur mikro yang menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom dan voltametri (Yang, 1990). Pemilihan metode preparasi sampel sangat mempengaruhi hasil yang akan didapatkan nantinya. Sebagai destruktur preparasi pada sampel rambut digunakan asam-asam kuat yaitu asam nitrat, asam perklorat dan akuaregia .

Penambahan asam-asam tersebut, perlu diwaspadai atau dikontrol, dikhawatirkan larutan akan terlalu asam karena jika terlalu asam dapat merusak alat Spektrofotometer Serapan Atom. Sehingga perlu dilakukan pengenceran dengan menggunakan akuabides. Larutan yang stabil dapat langsung dianalisis dengan SSA, sehingga akan diperoleh absorbansi dan konsentrasi pada larutan sampel rambut. Absorbansi dan konsentrasi pada larutan sampel rambut dapat dilihat pada lampiran 7.

Dalam menganalisis konsentrasi suatu logam didalam sampel semua elemen ataupun komponen dalam hal ini logam lain yang tidak ingin kita amati dapat menyebabkan kenaikan ataupun penurunan konsentrasi logam-logam yang tidak kita inginkan tersebut pada tingkatan yang tidak menyebabkan gangguan yang signifikan.

Hasil perhitungan kadar Pb, Cd dan Cr pada rambut anak jalanan dikawasan terminal Umbulharjo Jogjakarta dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini

Tabel II. Hasil perhitungan kadar Pb, Cd dan Cr rambut anak jalanan diterminal Umbulharjo Jogjakarta.

No	Kode sampel	Berat sampel (gram)	Kadar logam ( $\mu\text{g/g}$ )		
			Pb	Cd	Cr
1	A	0,3	20,83	2,66	26,38
2	B	0,3	29,16	1,77	9,72
3	C	0,3	25,00	2,66	4,16
4	D	0,3	12,50	1,77	25,00

Perhitungan penentuan kadar Timbal, Kadmium, dan Kromium selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 8.

Dari hasil analisis rambut anak jalanan dikawasan terminal Umbulharjo Jogjakarta. Terdapat perbedaan kadar logam Pb, Cd dan Cr pada keempat sampel dari tabel 2 dapat di lihat bahwa kadar timbal pada keempat rambut anak jalanan dikawasan terminal Umbul harjo berkisar antara 12,50  $\mu\text{g/g}$  – 29, 16  $\mu\text{g/g}$ . Jumlah kadar yang diperoleh dihasilkan dari logam yang terakumulasi didalam tubuh dan dari logam yang menempel pada rambut, di lihat dari aktifitas dan lokasi yang mereka lakukan mendukung hal tersebut. Karena kawasan terminal umbul harjo adalah kawasan yang sangat padat dengan kendaraan bermotor. Asap pada knalpot kendaraan bermotor telah dilepaskan Pb keudara hal ini berlangsung terus menerus sepanjang hari, sehingga kandungan Pb diudara naik secara sangat mencolok sekali. Sehingga polusi udara dikawasan terminal Umbul harjo sudah sangat terasa.

Beberapa faktor proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara, dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (palar, 1994). Faktor pola hidup juga sangat menentukan seperti makanan dan minuman yang dikonsumsi dan aktivitas sehari-hari (misalnya seberapa sering aktifitasnya berinteraksi dengan polusi udara terutama asap kendaraan bermotor sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk kedalam pembuluh darah dan paru-paru. Hubungannya dengan penetrasi melalui kulit bahwa penyerapan lewat kulit ini dapat terjadi disebabkan karena senyawa ini dapat larut dalam minyak dan lemak.

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam timbal didalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh rusak dan akan menimbulkan keracunan akut dan kronis hal ini disebabkan karena logam timbal adalah logam berat yang bersifat racun kumulatif yaitu semakin lama kandungannya semakin banyak dan menumpuk didalam lingkungan.

Diantara semua sistem organ pada tubuh, sistem saraf merupakan sistem yang paling sensitiv terhadap daya racun yang dibawa oleh logam timbal. Pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengaruh dari keracunan logam timbal dapat menimbulkan kerusakan pada otak. Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak sebagai akibat dari kearacunan timbal adalah epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar dan dellerium, yaitu sejenis penyakit gula.

Kadar Cd pada rambut anak jalanan dikawasan terminal Umbul harjo Jogjakarta berkisar antara  $1,77 \mu\text{g/g}$  –  $2,66 \mu\text{g/g}$ . Rata-rata keempat sampel hampir sama, Jumlah kadar yang diperoleh dihasilkan dari logam yang terakumulasi didalam tubuh dan dari logam yang menempel pada rambut, dilihat dari lokasi atau aktifitas yang mereka lakukan dikawasan terminal Umbul harjo yang penuh oleh padatnya kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar diantaranya bensin maka bisa dikarenakan akibat bensin mengandung TEL yang dapat menghasilkan Kadmium yang akan masuk keudara sehingga terpapar melalui kulit dan pernafasan dan akan menempel pada rambut yang tidak tertutup . Selain itu Cadmium dapat terpapar melalui jalur pengolahan makanan, minuman dan industri tekstil yang banyak melibatkan senyawa-senyawa yang dibentuk dengan logam Cd. Meskipun dikawasan terminal Umbul harjo tidak terdapat

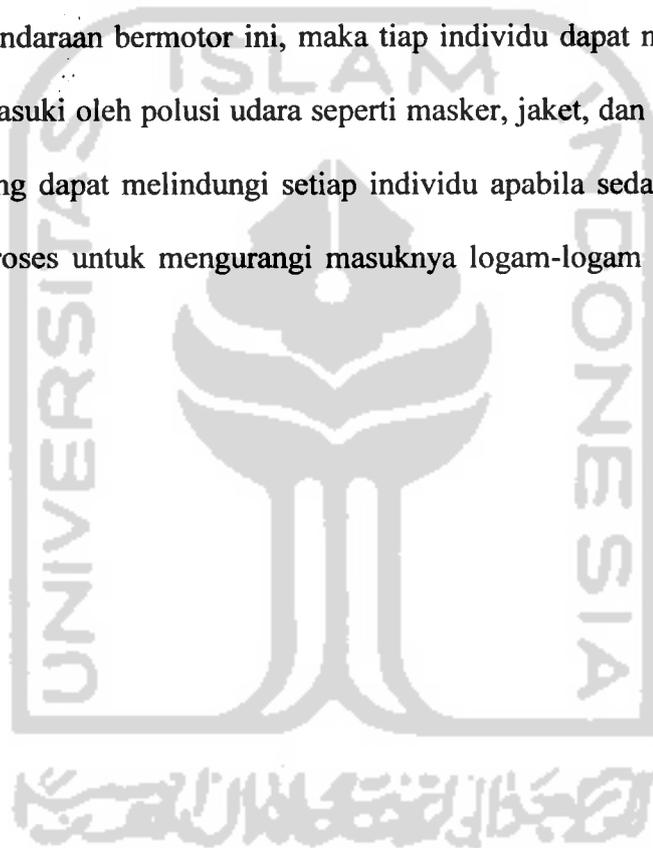
Kromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini banyak digunakan sebagai bahan pelapis (plating) pada bermacam-macam peralatan mulai peralatan rumah tangga sampai kemobil, pada keadaan suhu udara yang tinggi (panas) maka pelapis peralatan dan mobil akan mudah menguap, dan akan masuk lewat udara, dan akan tersebar luas sehingga akan terjadi pencemaran udara dan akan merugikan orang sekitar dikawasan terminal Umbul harjo.

Sebagai logam berat, kromium termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Keracunan akut yang disebabkan oleh logam kromium pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan logam Kromium pada manusia dapat diukur melalui kadar atau kandungan logam kromium dalam urine.

Logam atau persenyawaan logam kromium yang masuk kedalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologi atau metabolisme tubuh, interaksi tersebut dapat menyebabkan terganggunya fungsi-fungsi tertentu yang berkerja dalam proses metabolisme tubuh.

Pada penelitian yang pernah dilakukan yaitu contoh hasil analisis rambut menggunakan SSA untuk logam Pb tingkat kadar yang diharapkan adalah 0,30  $\mu\text{g/g}$ , untuk logam Cd tingkat kadar yang diharapkan 0,14  $\mu\text{g/g}$ , dan untuk logam Cr tingkat kadar yang diharapkan 0,06  $\mu\text{g/g}$ , kadar tersebut diperoleh pada logam yang terakumulasi pada rambut, dan bukan yang menempel. contoh hasil analisis rambut yang pernah dilakukan dapat dilihat pada lampiran 9.

Logam Pb, Cd dan Cr sangat berbahaya bila masuk kedalam tubuh melebihi abang batas yang diharapkan. Maka untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya kesadaran tiap individu untuk menjaga kesehatan tubuhnya masing-masing. Dengan mengetahui bahwa kawasan terminal Umbul harjo adalah pusat pemberhentian kendaraan bermotor, maka dengan keadaan udara yang sudah tercemar oleh kendaraan bermotor ini, maka tiap individu dapat menutup bagian yang mudah dimasuki oleh polusi udara seperti masker, jaket, dan lain-lain. Yaitu perlengkapan yang dapat melindungi setiap individu apabila sedang beraktifitas, hal ini adalah proses untuk mengurangi masuknya logam-logam Pb, Cd dan Cr kedalam tubuh.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kadar total logam Pb, Cd dan Cr yang menempel dan terakumulasi pada rambut anak jalanan di daerah terminal Umbulharjo jogjakarta secara berurutan masing-masing berkisar 12,50  $\mu\text{g/g}$  – 29,16  $\mu\text{g/g}$  kadar Pb, 1,77  $\mu\text{g/g}$  – 2,66  $\mu\text{g/g}$  kadar Cd, dan 4,16  $\mu\text{g/g}$  – 26,38  $\mu\text{g/g}$  kadar Cr.

#### 6.2 Saran

Mengingat logam timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Kromium (Cr) merupakan logam berat yang sangat berbahaya bila keberadaannya melebihi abang batas yang diharapkan didalam tubuh makhluk hidup maka masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan perlu juga dilakukan pada logam-logam yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, *Hand out Pelatihan Instrumentasi GCMS, NMR, FTIR, UV-Vis, dan AAS*, Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada.
- Anonim, 2002. *Hair Analysis, Moon Dragon's Health Therapi*, <http://www.moondragon.Org/health/hairanalysis.html>.
- Arief A, Dr. MA, 2002, *Upaya Pemberdayaan Anak Jalanan*.<http://bpk.go.id/publikasi/mp87102002xxii55.pdf>
- Dong, X. dkk, 1998, *Determination of Chromium, Copper, Iron, Manganese and Lead in Human Hair by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*, Kinki University, Japan.
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Djojonegoro, W, 1997, *Rekayasa Lingkungan*, Gunadarma, Jakarta.
- Eckholm, E. P, 1983, *Masalah Kesehatan Lingkungan Sebagai Sumber Penyakit*, PT Gramedia, Jakarta.
- Erlina, Y., 2003, *Analisis Kandungan Logam-logam Cd, Cu, dan Pb Pada Perairan Sekitar Kawasan Industri Cilacap*, Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, UII, Jogjakarta.
- Harold, A. harper, 1979, *Review of Psikological Chemistry*, Seventeenth Edition, Large Medical Publication, California, hal : 26, 37, 517.
- Kusumadhani, 2003, *Penetapan Kadar Logam Pb, Cu, dan Zn Pada Buah Pepaya, Mangga, dan Jambu Air di Daerah Padat Lalu Lintas Dengan Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi, Fakultas MIPA, UII, Jogjakarta.
- Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta
- Gunandjar, 1985, *Diktat Kuliah Spektrofotometri Serapan Atom*, Jogjakarta, BATAN.
- Lestarinigrum, W. T, 2003, *Perbandingan Kadar Pb, Cd, CR Pada Rambut Mahasiswa Berkerudung dan Tidak Berkerudung Dengan Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Mahanani, H, 2003, *Penentuan Kandungan Besi, Kadmium, dan Kalium Dalam Tembakau Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi, F MIPA, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Palar, H, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.

Pomeray, R. K, dkk, 1975, *The Determination of Zinc in Hair Using Atomic Absorption Spectroscopy*, University of British Columbia.

Sujayanto, 2002, *Rahasia Tubuh Tersimpan di Rambut*, INTI SARI, Edisi 462, Januari, 98-105.

Wardhana, W. A, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta.





## Lampiran 1

### Data probandus/ kuesioner

Koesioner ini untuk melengkapi data sampel skipsi pada probandus

#### Kode sampel A

No	Pertanyaan	Jawab
1	Nama	Sutar
2	Umur	25 tahun
3	Jenis kelamin	Laki-laki
4	Shampoo yang sering digunakan	Beda-beda
5	Pernah menggunakan cat rambut/pelurus atau obat yang lain? kapan/? berapa kali?	Tidak pernah
6	Serindr atau gemar minum/makanan berkaleng	Tidak
7	Air minum yang dikonsumsi setiap hari bersumber dari	Air sumur
8	Suka/sering pakai penutup kepala seperti topi /dll	Kadang-kadang
9	Berapa jam sehari beraktifitas di terminal Umbul harjo	10 jam
10	Sejak kapan beraktifitas diterminal Umbul harjo	5 tahun

**Kode sampel : B**

No	Pertanyaan	Jawab
1	Nama	Sapto
2	Umur	30 tahun
3	Jenis kelamin	Laki-laki
4	Shampoo yang sering digunakan	Beda-beda
5	Pernah menggunakan cat rambut/pelurus atau obat yang lain? kapan/? berapa kali?	Tidak pernah
6	Sering atau gemar minum/makanan berkaleng	Tidak
7	Air minum yang dikonsumsi setiap hari bersumber dari	Air sumur
8	Suka/sering pakai penutup kepala seperti topi /dll	Tidak pernah
9	Berapa jam sehari beraktifitas di terminal Umbul harjo	8 jam
10	Sejak kapan beraktifitas di terminal Umbul harjo	6 tahun

## Kode sampel C

No	Pertanyaan	Jawab
1	Nama	Capling
2	Umur	27 tahun
3	Jenis kelamin	Laki-laki
4	Shampoo yang sering digunakan	Beda-beda
5	Pernah menggunakan cat rambut/pelurus atau obat yang lain? kapan/? berapa kali?	Tidak pernah
6	Serier atau gemar minum/makanan berkaleng	Tidak
7	Air minum yang dikonsumsi setiap hari bersumber dari	Air sumur
8	Suka/sering pakai penutup kepala seperti topi /dll	Kadang-kadang
9	Berapa jam sehari beraktifitas di terminal Umbul harjo	8 jam
10	Sejak kapan beraktifitas diterminal Umbul harjo	5 tahun

**Kode Sampel D**

No	Pertanyaan	Jawab
1	Nama	Acil
2	Umur	28 tahun
3	Jenis kelamin	Laki-laki
4	Shampoo yang sering digunakan	Beda-beda
5	Pernah menggunakan cat rambut/pelurus atau obat yang lain? kapan/? berapa kali?	Tidak pernah
6	Serint atau gemar minum/makanan berkaleng	Tidak
7	Air minum yang dikonsumsi setiap hari bersumber dari	Air sumur
8	Suka/sering pakai penutup kepala seperti topi /dll	Kadang-kadang
9	Berapa jam sehari beraktifitas di terminal Umbul harjo	10 jam
10	Sejak kapan beraktifitas diterminal Umbul harjo	5 tahun

## Lampiran 2

### Perhitungan Pengenceran Larutan Standar Pb, Cd dan Cr

#### 1. Larutan standar timbal

Larutan standar dibuat dari spektrosol timbal 1000 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

a. Larutan standar 1 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 1 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{1 \cdot 25}{1000}$$

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

0,025 mL = 25  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL

b. Larutan standar 2 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 2 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,050 \text{ mL}$$

0,050 mL = 50  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL.

c. Larutan standar 3 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 3 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{3 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,075 \text{ mL}$$

0,075 mL = 75  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL.

d. Larutan standar 4 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 4 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{4 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,100 \text{ mL}$$

0,100 mL = 100  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL.

e. Larutan standar 5 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 4 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{4 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,100 \text{ mL}$$

0,125 mL = 125  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL.

## 2. Larutan standar kadmium

Larutan standar dibuat dari spektrosol kadmium 100 ppm yang dibuat dari

larutan spektrosol 1000 ppm :

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 = 100 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{100 \cdot 25}{1000}$$

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

### 3. Larutan standar kromium

Larutan standar dibuat dari spektrosol kromium 1000 ppm

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

a. Larutan standar 2 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 2 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,050 \text{ mL}$$

0,050 mL = 50  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL

b. Larutan standar 4 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 4 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{4 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,100 \text{ mL}$$

0,100 mL = 100  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL

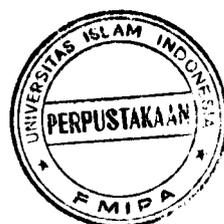
c. Larutan standar 6 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 6 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{6 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,150 \text{ mL}$$

0,150 mL = 150  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL



d. Larutan standar 8 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 8 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{8 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,200 \text{ mL}$$

0,200 mL = 200  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL

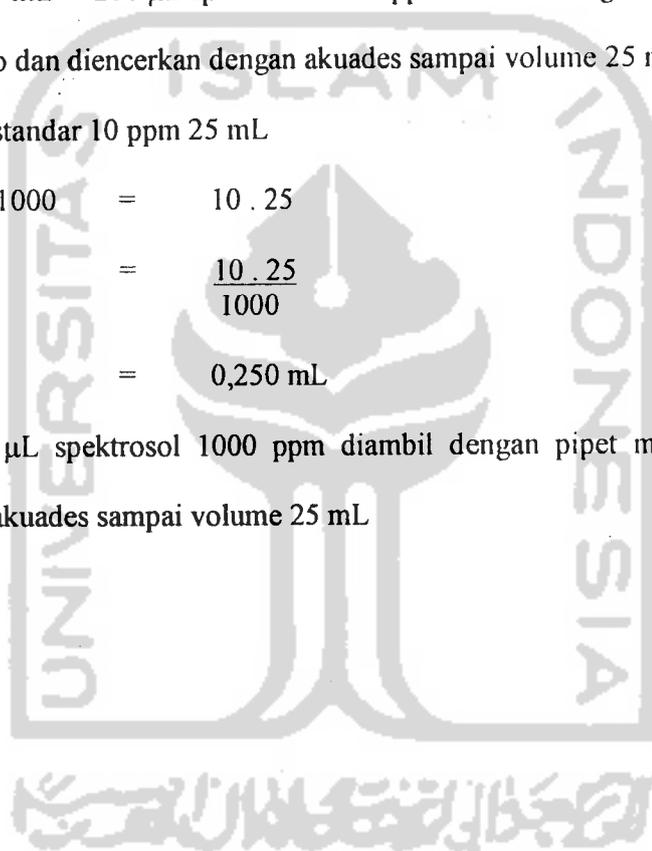
e. Larutan standar 10 ppm 25 mL

$$V_1 \cdot 1000 = 10 \cdot 25$$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 25}{1000}$$

$$V_1 = 0,250 \text{ mL}$$

0,250 mL = 250  $\mu$ L spektrosol 1000 ppm diambil dengan pipet mikro dan diencerkan dengan akuades sampai volume 25 mL



### Lampiran 3

#### Data regresi linier Timbal (Pb)

##### Regression: Larutan standar timbal (Pb)

##### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABS	1.85E-02	1.5346E-02	6
KONST	2.50000	1.87083	6

##### Correlations

		ABS	KONST
Pearson Correlation	ABS	1.000	.993
	KONST	.993	1.000
Sig. (1-tailed)	ABS	.	.000
	KONST	.000	.
N	ABS	6	6
	KONST	6	6

##### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONST <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ABS

##### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.993 <sup>a</sup>	.985	.982	2.0702E-03

a. Predictors: (Constant), KONST

b. Dependent Variable: ABS

##### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.160E-03	1	1.160E-03	270.750	.000 <sup>a</sup>
	Residual	1.714E-05	4	4.286E-06		
	Total	1.178E-03	5			

a. Predictors: (Constant), KONST

b. Dependent Variable: ABS

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1.86E-03	.001		-1.240	.283
	KONST	8.143E-03	.000	.993	16.454	.000

a. Dependent Variable: ABS



## Lampiran 4

### Data regresi linier Cadmium (Cd)

Regression : Larutan standar Cadmium (Cd)

#### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABS	1.38E-02	1.2868E-02	4
KONST	.17500	.17078	4

#### Correlations

		ABS	KONST
Pearson Correlation	ABS	1.000	.997
	KONST	.997	1.000
Sig. (1-tailed)	ABS		.001
	KONST	.001	
N	ABS	4	4
	KONST	4	4

#### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONST <sup>a</sup>		Enter

- a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: ABS

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.997 <sup>a</sup>	.995	.992	1.1588E-03

- a. Predictors: (Constant), KONST  
b. Dependent Variable: ABS

#### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.941E-04	1	4.941E-04	367.920	.003 <sup>a</sup>
	Residual	2.686E-06	2	1.343E-06		
	Total	4.967E-04	3			

- a. Predictors: (Constant), KONST  
b. Dependent Variable: ABS

Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.000E-04	.001		.668	.573
	KONST	7.514E-02	.004	.997	19.181	.003

a. Dependent Variable: ABS



## Lampiran 5

### Data regresi linier Cromium (Cr)

#### Regression : Larutan standar Cromium (Cr)

##### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABS	.11967	9.0104E-02	6
KONST	5.00000	3.74166	6

##### Correlations

		ABS	KONST
Pearson Correlation	ABS	1.000	.998
	KONST	.998	1.000
Sig. (1-tailed)	ABS		.000
	KONST	.000	
N	ABS	6	6
	KONST	6	6

##### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONST <sup>a</sup>		Enter

- a. All requested variables entered.  
b. Dependent Variable: ABS

##### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.998 <sup>a</sup>	.996	.995	6.6573E-03

- a. Predictors: (Constant), KONST  
b. Dependent Variable: ABS

##### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.042E-02	1	4.042E-02	911.934	.000 <sup>a</sup>
	Residual	1.773E-04	4	4.432E-05		
	Total	4.059E-02	5			

- a. Predictors: (Constant), KONST  
b. Dependent Variable: ABS

## Lampiran 6

### Data konsentrasi dan Absorbansi larutan standar

#### a. Data konsentrasi dan absorbansi larutan standar Pb

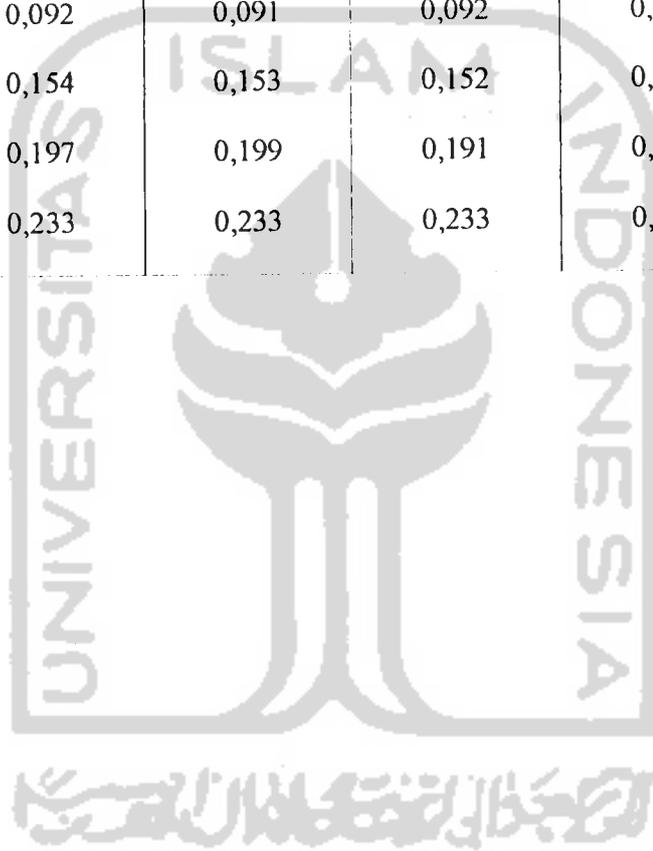
Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi			Absorbansi Rata-rata
	1	2	3	
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,004	0,006	0,006	0,005
2	0,012	0,015	0,015	0,014
3	0,018	0,019	0,022	0,020
4	0,033	0,035	0,030	0,033
5	0,040	0,039	0,039	0,039

#### b. Data konsentrasi dan absorbansi larutan standar Cd

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi			Absorbansi Rata-rata
	1	2	3	
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1	0,010	0,005	0,008	0,008
0,2	0,020	0,017	0,016	0,017
0,4	0,029	0,029	0,031	0,030

## c. Data konsentrasi dan absorbansi larutan standar Cr

Konsentrasi Standar (ppm)	Absorbansi			Absorbansi
	1	2	3	Rata-rata
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,043	0,044	0,044	0,044
4	0,092	0,091	0,092	0,092
6	0,154	0,153	0,152	0,153
8	0,197	0,199	0,191	0,196
10	0,233	0,233	0,233	0,233



### Lampiran 7

#### Absorbansi dan konsentrasi sampel

a. Data absorbansi dan konsentrasi sampel rambut pada standar Pb

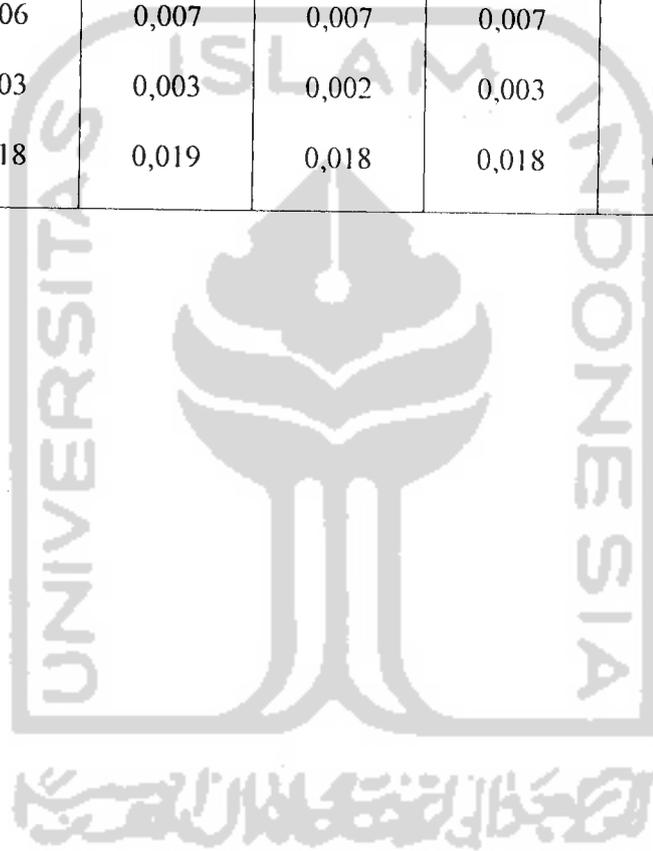
Kode Sampel	Absorbansi			Absorbansi	Konsentrasi
	1	2	3	Rata-rata	logam Pb (ppm)
A	0,006	0,004	0,004	0,005	0,625
B	0,005	0,008	0,008	0,007	0,875
C	0,006	0,006	0,006	0,006	0,750
D	0,003	0,004	0,003	0,003	0,375

b. Data absorbansi dan konsentrasi sampel rambut pada standar Cd

Kode sampel	Absorbansi			Absorbansi	Konsentrasi
	1	2	3	Rata-rata	Logam Cd (ppm)
A	0,005	0,007	0,005	0,006	0,080
B	0,002	0,005	0,005	0,004	0,053
C	0,006	0,006	0,007	0,006	0,080
D	0,006	0,002	0,003	0,004	0,053

d. Data absorbansi dan konsentrasi sampel rambut pada standar Cr

Kode sampel	Absorbansi			Absorbansi	Konsentrasi
	1	2	3	Rata-rata	Logam Cr (ppm)
A	0,019	0,019	0,019	0,019	0,791
B	0,006	0,007	0,007	0,007	0,291
C	0,003	0,003	0,002	0,003	0,125
D	0,018	0,019	0,018	0,018	0,750



## Lampiran 8

### Perhitungan kadar Pb, Cd dan Cr pada rambut anak jalanan di kawasan terminal Umbul harjo Jogjakarta

Perhitungan kadar hasil perhitungan (Cregresi) menggunakan metode Kurva standar, dengan cara memasukan harga serapan (Absorbansi) cuplikan sebagai y ke dalam persamaan regresi linier sehingga :

$$X = \frac{Y - b}{a}$$

keterangan :

Y = Absorbansi sample

b = Intersep

a = Slope

X = Kadar yang diperoleh dari kurva standar

berdasarkan data regresi linier yang diperoleh persamaan menjadi :

$$X = \frac{Y}{a}$$

dimana b atau intersep nilainya dapat diabaikan

kadar sebenarnya dalam sampel dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{X \times V \times P}{B}$$

Keterangan :

C : kadar/konsentrasi unsure sebenarnya dalam sampel ( $\mu\text{g/g}$ )

X : kadar yang diperoleh dari kurva standar

B : Berat sampel(gram)



## Lampiran 9

### Persamaan kurva kalibrasi lar. standar Pb

$$y = 0,008 x - 0,0018$$

- Uji koefisien regresi /slope (b)

Hipotesis

$H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

1. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima

Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak

- t hitung 17,247

Dari tabel out put regresi lar. standar Pb

- t tabel
  - \* Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %
  - \* df (derajat kebebasan) = 6 - 2 = 4
  - \* Uji dilakukan dua sisi

t tabel didapat angka 2,78

Keputusan : Oleh karena t hitung > t tabel (17,247 > 2,78), maka  $H_0$  ditolak

2. Berdasar Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Dari kolom sig/significance 0,000 atau dibawah 0,05, maka  $H_0$  ditolak, atau koefisien regresi (b) signifikan artinya konsentrasi berpengaruh secara signifikan terhadap absorbansi

□ Uji konstanta regresi /intersep (a)

Hipotesis

$H_0$  = konstanta tidak signifikan

$H_1$  = konstanta signifikan

Pengambilan keputusan

1. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima

Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak

- t hitung -1,044

Dari tabel out put regrasi lar. standar Pb

- t tabel
  - \* Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %
  - \* df (derajat kebebasan) =  $6 - 2 = 4$
  - \* Uji dilakukan dua sisi

t tabel didapat angka 2,78

Keputusan : Oleh karena t hitung < t tabel

(-1,044 < 2,78), maka  $H_0$  diterima

2. Berdasar Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Dari out put kolom sig/significance 0,356 atau diatas 0,05, maka  $H_0$  diterima, atau konstanta (a) tidak signifikan artinya konstanta tidak perngaruh secara signifikan terhadap absorbansi

Jadi persamaan yang dipakai  $y = 0,008x$

### Persamaan kurva kalibrasi lar. standar Cd

$$y = 0,075x + 0,0006$$

- Uji koefisien regresi /slope (b)

Hipotesis

$H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

1. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima

Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak

- t hitung 19,181

Dari tabel out put regrasi lar. standar Cd

- t tabel

\* Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %

\* df (derajat kebebasan) = 4 - 2 = 2

\* Uji dilakukan dua sisi

t tabel didapat angka 4,30

Keputusan : Oleh karena t hitung > t tabel (19,181 > 4,30), maka  $H_0$  ditolak

2. Berdasar Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Terlihat dai kolom sig/significance 0,003 atau dibawah 0,05, maka  $H_0$  ditolak, atau koefisien regresi (b) signifikan artinya konsentrasi berpengaruh secara signifikan terhadap absorbansi

- Uji konstanta regresi /intersep (a)

Hipotesis

$H_0$  = konstanta tidak signifikan

$H_1$  = konstanta signifikan

Pengambilan keputusan

1. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima

Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak

- t hitung 0,668

Dari tabel out put regrasi lar. standar Cd

t tabel

\* Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %

\* df (derajat kebebasan) =  $4 - 2 = 2$

\* Uji dilakukan dua sisi

t tabel didapat angka 4,30

Keputusan : Oleh karena t hitung < t tabel

(0,668 < 4,30), maka  $H_0$  diterima

2. Berdasar Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Terlihat dai kolom sig/significance 0,573 atau diatas 0,05, maka  $H_0$  diterima, atau konstanta (a) tidak signifikan artinya konstanta tidak perngaruh secara signifikan terhadap absorbansi

Jadi persamaan yang dipakai  $y = 0,075x$

□ Uji konstanta regresi /intersep (a)

Hipotesis

$H_0$  = konstanta tidak signifikan

$H_1$  = konstanta signifikan

Pengambilan keputusan

1. Membandingkan t hitung dengan t tabel

Jika t hitung < t tabel,  $H_0$  diterima

Jika t hitung > t tabel,  $H_0$  ditolak

- t hitung - 0,099

Dari tabel out put regrasi lar. standar Cr

- t tabel

\* Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 5 %

\* df (derajat kebebasan) = 6 - 2 = 4

\* Uji dilakukan dua sisi

t tabel didapat angka 2,78

Keputusan : Oleh karena t hitung < t tabel

(- 0,099 < 2,78), maka  $H_0$  diterima

2. Berdasar Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima

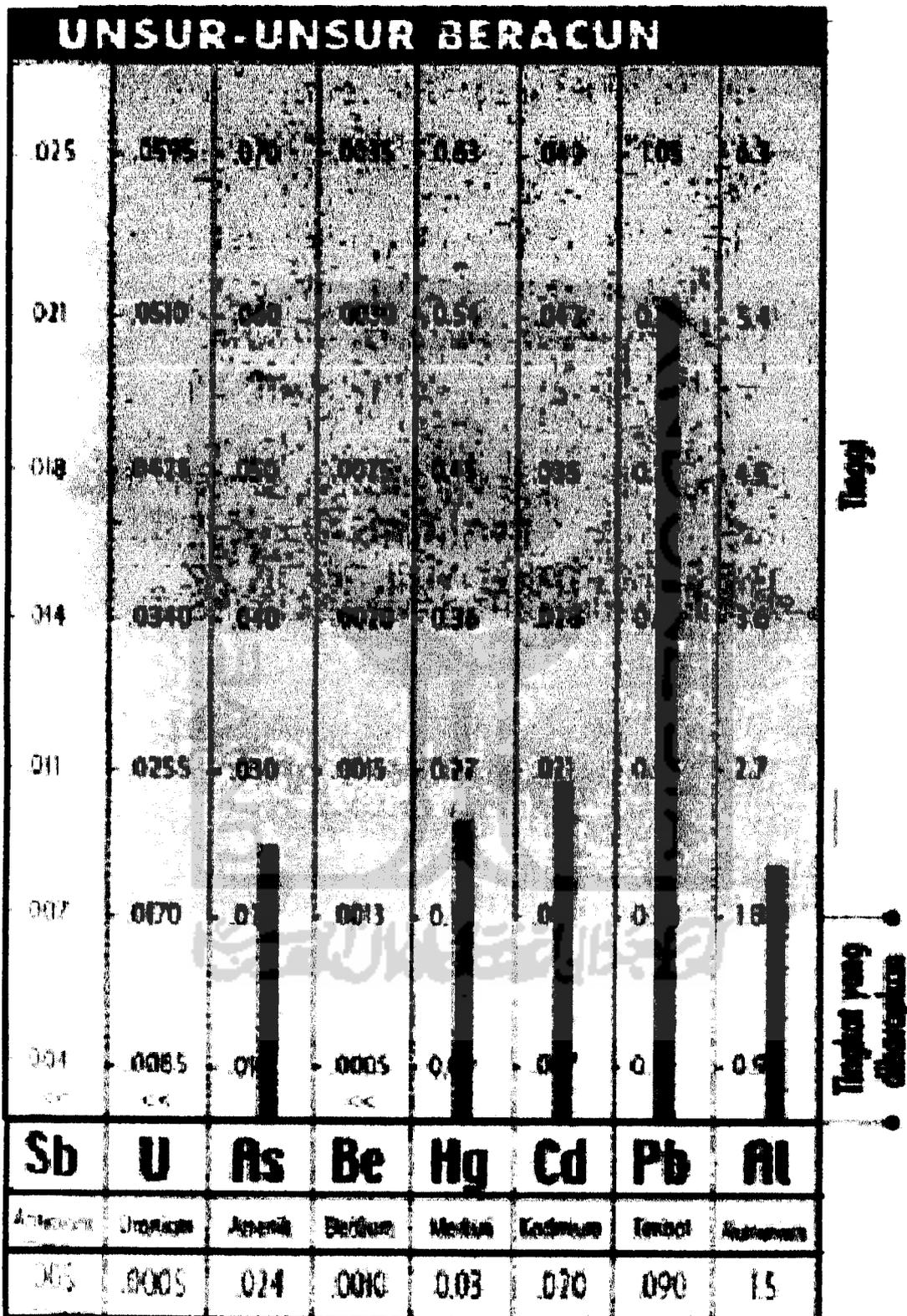
Jika probabilitas < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Keputusan :

Dari out put kolom sig/significance 0,926 lebih besar 0,05, maka  $H_0$  diterima, atau konstanta (a) tidak signifikan artinya konstanta tidak berpengaruh secara signifikan terhadap absorbansi

Jadi persamaan yang dipakai  $y = 0,024x$





Sumber : Intisari Edisi : 462