

**PENGARUH EMISI KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP  
KANDUNGAN PARTIKULAT LOGAM TIMBAL (Pb) DALAM  
DARAH MAHASISWA DAN SOPIR ANGKOT TRAYEK UNHAS**

**AWALUDDIN IWAN PERDANA**

**H 311 99 059**



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. Terima	17-02-04
Asal Dari	Mipa
Banyaknya	1 (Satu) <del>bag</del>
Harga	Gratis
No. Inventaris	020217-280
No. Klas	18132

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2004**

**PENGARUH EMISI KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP  
KANDUNGAN PARTIKULAT LOGAM TIMBAL (Pb) DALAM  
DARAH MAHASISWA DAN SOPIR ANGKOT TRAYEK UNHAS**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Tugas Akhir untuk memenuhi syarat  
memperoleh Gelar Sarjana**

**AWALUDDIN IP**

**H 311 99 059**

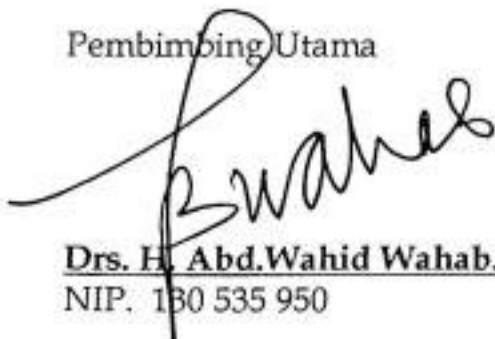
**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2004**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGARUH EMISI KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP KANDUNGAN PARTIKULAT LOGAM TIMBAL.(Pb) DALAM DARAH MAHASISWA DAN SOPIR ANGKOT TRAYEK UNHAS

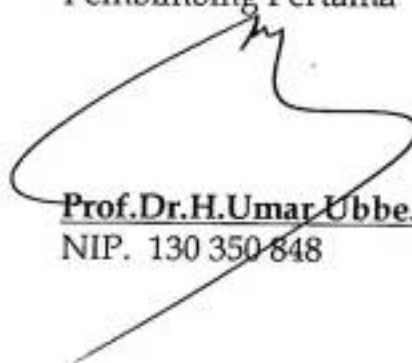
Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Drs. H. Abd. Wahid Wahab.MS  
NIP. 130 535 950

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. H. Umar Ubbe.MS  
NIP. 130 350 848

## JAWABAN ALLAH

Seorang hamba berkata : " Segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam "

Allah menjawab : " Hamba-Ku telah memuji-Ku "

Sang hamba berkata : " Maha Pengasih lagi Maha Penyayang "

Allah Menjawab : " Hamba-Ku telah menyanjung-Ku "

Sang hamba berkata : " Raja yang menguasai hari pembalasan "

Allah menjawab : " Hamba-Ku telah memuliakan-Ku "

Sang hamba berkata : " Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami memohon pertolongan "

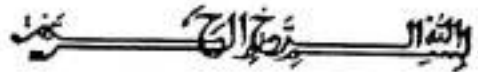
Allah menjawab : " Ayar ini antara Aku dan hamba-Ku setengah-setengah dan hamba-Ku berhak atas apa yang ia minta "

Sang hamba berkata : " Tunjukilah aku ke jalan yang lurus, jalan orang-orang yang telah Engkau beri nikmat, bukan jalan mereka yang Engkau murkai dan bukan pula jalannya orang-orang sesat "

Allah Menjawab : " Itu semua untuk hamba-Ku dan hamba-Ku berhak atas apa yang ia minta "

## HADITS QUDSI

## KATA PENGANTAR



Maha Suci Allah yang telah menciptakan dunia dan akhirat, hidup dan mati, cinta dan kasih sayang, membuat tidak tahu menjadi tahu menjadi tahu. Salawat semoga tercurahkan kepada Rasulullah SAW, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman, yang telah membentangkan permadani-permadani keIslaman dan menggulung tikar-tikar kejahiliyaan.

Sembah pengabdianku kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta Ayahanda *Ariswanto* dan Ibunda *A.Darmawati Patu*, terima kasih tulusku atas segala yang telah kau berikan, pula atas letih, peluh keringat dan do'amu dalam membentuk pribadi penulis. Juga kepada saudara kandungku, *Asdar Dwi Yudho Kesumo* dan *Farah Diba Tri Anggraini*, terima kasih telah memberikan dukungan moral dan tenaga dalam memberikan semangat hidup.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak *Drs.H.Abd.Wahid Wahab. MS* selaku Pembimbing Utama dan Bapak *Prof. Dr. H. Umar Ubbe.MS*, selaku pembimbing Pertama, yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu berharga dari awal persiapan penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Tak lupa ucapan terima kasih penyusun haturkan kepada:

- Bapak Prof. Dr. H. M. Noor Djalaluddin selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin serta Bapak Drs. Alimin Bado, M.S., Bapak Alex Palinggi, M.S., serta Bapak Drs. H. Burhanuddin Taebe, masing-masing selaku Pembantu Dekan I, Pembantu Dekan II, Pembantu dekan III Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
- Bapak Dr. Ir. Prastawa Budi dan Ibu Dra. Hj. Hasnah Natsir, M.Si masing-masing selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
- Tim penguji Ibu Dr. Nunuk Hariani.MS (Ketua merangkap anggota), Bapak Drs. Yusafir Hala. MS (Sekretaris merangkap anggota), Bapak Drs.H.Abd.Wahid Wahab.MS (anggota), Bapak Prof.Dr.H.Umar Ubbe.MS (anggota), dan Bapak Dr.Ir.Prastawa Budi (anggota).
- Seluruh staf dosen dan pegawai Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
- Sahabat terbaik saya, **Saldi**, yang dengan loyalitasnya selalu mendampingi saya baik dalam keadaan senang atau susah.
- Patner saya, **Njand**, yang dengan segala keikhlasannya banyak membantu saya.
- Kakak saya, **Amru Saher**, yang banyak membimbing saya sehingga aku menjadi saya dan saya menjadi aku.
- Saudara-saudariku terkasih angkatan 99: Saldi, Pasjan, Luthfi, Mamat, Saha, Uca, Umar, Usman, Ady, Reza, Rahman, Yani, Alief, Deny, Djoni, Eka-

Safianty, Nanna, Dinar, Oga', Hera 067, Atouen, K' Kayyah, Tomma, Min, Hera 035, Dilla, Ipha, Cu'ma, Ida, Rhia, Arna, Elis, Suri, Fhinty, Rahmy, Mini, Itha, Indah, Nani, Rahma, Jumas, Fira, Awe, Uni NL, Uni AB, Uda', Rini, Uya, Afni, Lia, Isra, Budi, Yaya, Herman, Ikhwan, Fami, Anti, Heri, Ani, Haerosopa. terima kasih atas bantuan dan kasih sayangnya. Semoga persaudaraan kita senantiasa terjalin erat.

- Adik-adikku angkatan 00, 01, 02, dan 03 terima kasih atas bantuannya.
- Saudara-saudaraku seperjuangan di Lembaga Kemahasiswaan ; Endhy, Alam, Amin, Akbar, K' Muja, Matto, K' Iwan, K' Arman, K' Basnur, K' Jack, K' Ulla, k' Akkal, k' Ramli, K' Accul, Okta, Santi, Pammi, Eji, Inna, Oji (Almh), Meylan, Tenri, Mulyadi, Budi, Sofyan, Mufti, Ono, Masdin, Fitri, Jaya, Gulam, Tria, Fachri, Tahir dan masih banyak lagi yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. HIDUP MAHASISWA !!!!
- Saudara-saudaraku alumnus SMU Negeri 5: Juju, Baso, Ani, Ale, Akmal, Fate, Mahirina, Amran, Ical, Furqan, Yanuar, Mashuri, Mahirina, Irwan, Hajjari dan yang lainnya. Bersama mereka penulis telah belajar organisasi.
- Terima kasih pula buat rekan-rekan seperjuangan di Pusat Bimbingan Belajar Jakarta Intensive Learning Centre (JILC) Makassar.

Penulis sadar akan kekurangan dalam skripsi ini baik materi maupun teknik penulisannya, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dalam perbaikan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia secara umum dan bidang ilmu Kimia Analitik khususnya.

Makassar, Januari 2004

Penulis



## ABSTRAK

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berbahaya yang banyak mencemari lingkungan, terutama dalam pemakaiannya sebagai bahan anti ketuk pada bahan bakar minyak. Dalam penelitian ini dilakukan analisis timbal dalam sampel darah mahasiswa dan sopir angkutan umum trayek unhas dengan menggunakan alat instrumentasi spektrofotometer UV-VIS. Dari hasil analisis didapatkan bahwa kandungan Pb dalam darah sopir angkot telah berada pada level telah menunjukkan kontak dengan Pb, sedangkan mahasiswa yang sering menggunakan jasa angkutan umum telah berada di atas batas normal kandungan partikulat logam Timbal (Pb), sehingga dapat menimbulkan dampak kesehatan yang ringan.

## ABSTRACT

Lead ( Pb) is one of dangerous metal type which is a lot-of contaminating environment, especially in its usage upon which anti knocking at oil fuel. In this research conducted by a lead analysis in sample of blood of student and driver of public transport of route unhas by using appliance of instrumentation of spectrophotometer UV-VIS. From result analyse got that content Pb in blood of drive of public transport have level shown the contact by Pb, while student which often use the public transport service have resided in for obstetrical normal boundary of Lead metal ( Pb), so that can generate the light health impact.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL & GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Maksud Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II : TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tinjauan Umum Tentang Pencemaran Udara	4
B. Uraian Umum tentang Logam Berat	9
C. Logam Timbal (Pb)	11
a. Sifat-sifat timbal	12
b. Penggunaan Timbal Pb	13
D. Penggunaan Logam Timbal dalam Bahan Bakar	14
E. Dampak Partikulat Timbal terhadap Kesehatan	18



F. Timbal dalam Darah	24
G. Tinjauan tentang senyawa Ditizon	32
H. Spektrofotometer UV-VIS	34
<b>BAB III : METODOLOGI</b>	
A. Pengambilan contoh	39
B. Alat-alat	39
C. Bahan-bahan	39
D. Penyiapan Larutan	40
a. Larutan baku $Pb(NO_3)_2$ 1000 ppm	40
b. Larutan induk ditizon	40
c. Larutan penyangga pH 7,6	41
E. Pembuatan Larutan Baku Kerja	41
F. Tata Kerja analisa Logam Pb	41
<b>BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	43
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	50
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	51

## DAFTAR TABEL & GAMBAR

1. Tabel 1	: Komposisi udara bersih dan kering .....	5
2. Tabel 2	: Densitas ( $\rho$ ), Berat Atom (BA) dan Nomor Atom (NA) Beberapa logam Berat .....	10
3. Tabel 3	: Komponen Pb di dalam asap mobil .....	18
4. Gambar 1	: Struktur Hemin .....	30
5. Gambar 2	: Metabolisme hemoglobin .....	32
6. Gambar 3	: Skema kerja UV-VIS .....	36
7. Gambar 4	: Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan Umum di kota Makassar .....	44
8. Gambar 5	: Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah mahasiswa di kota Makassar. ....	45
9. Gambar 6	: Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah kelompok kontrol di kota Makassar.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1	: Skema pembuatan larutan induk ditizon .....	51
2. Lampiran 2	: Skema analisis kandungan partikulat logam Pb dalam darah .....	52
3. Lampiran 3	: Data Absorbans larutan Standar $Pb(NO_3)_2$ dengan menggunakan UV-VIS pada panjang gelombang 510 nm....	53
4. Lampiran 4	: Kurva larutan Standar $Pb(NO_3)_2$ .....	54
5. Lampiran 5	: Data absorban sampel darah dengan menggunakan Uv-Vis dengan panjang gelombang 510 nm .....	55
6. Lampiran 6	: Kandungan partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah Sopir angkutan umum, mahasiswa tercemar, dan mahasiswa kontrol di kota Makassar dalam $\mu g / 100 ml$ .....	56
7. Lampiran 7	: Uji Statistik Non Parametrik Mann-Whitney .....	57
8. Lampiran 8	: Uji Statistik Non Parametrik Mann-Whitney .....	58
9. Lampiran 9	: Data sampel.....	59
10. Lampiran 10	: Korelasi antara kadar Pb ( $\mu g/100 ml$ ) dalam darah terhadap lama bekerja sopir.....	61
11. Lampiran 11	: Korelasi antara kadar Pb ( $\mu g/100 ml$ ) dalam darah terhadap umur sopir.....	62
12. Lampiran 12	: Korelasi antara kadar Pb ( $\mu g/100 ml$ ) dalam darah terhadap	

	umur mahasiswa.....	63
13. Lampiran 13	: Korelasi antara kadar Pb ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) dalam darah terhadap umur kontrol.....	64
14. Lampiran 14	: Foto aktivitas keseharian sopir angkutan umum dan mahasiswa.....	65

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Di antara perusakan lingkungan, polusi udara merupakan topik paling hangat dewasa ini. Betapa tidak, hampir semua sistem hidup di permukaan bumi memerlukan udara dalam jumlah yang sangat besar. Udara yang terkontaminasi akan menyebabkan berjuta-juta orang menderita kerusakan paru-paru. Salah satu peristiwa polusi udara terbesar terjadi di London pada Desember 1952, yang menewaskan 4.000 orang lebih.

Ada enam kelompok polutan udara yang paling penting. Yaitu sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida ( $\text{NO}_2$ ), hidrokarbon (HC), partikulat, dan oksidan fotokimia.

Sejalan dengan kebijaksanaan pemerintah tentang pembangunan yang berwawasan lingkungan, pencemaran udara akibat buangan kendaraan bermotor, industri maupun proses alamiah semakin ramai diperbincangkan. Hal ini terutama dikaitkan dengan kepentingan manusia seperti kesehatan, keselamatan, kesejahteraan, dan kenyamanan.

Aktivitas kehidupan yang sangat tinggi yang dilakukan oleh manusia ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidupnya. Aktivitas yang pada prinsipnya merupakan usaha manusia untuk dapat hidup dengan layak dan berketurunan



dengan baik, telah merangsang manusia untuk melakukan tindakan-tindakan yang menyalahi kaidah-kaidah yang ada dalam tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya terjadi pergeseran kesetimbangan dalam tatanan lingkungan dari bentuk asal ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk.

Sopir angkutan umum (angkot) setiap hari melakukan aktivitas yang berada pada lingkungan tercemar dan partikulat Pb yang berasal dari knalpot kendaraan bermotor. Oleh karena itu tidak tertutup kemungkinan para sopir angkot terkena dampak polusi udara tersebut. Selain sopir angkot yang terkena dampak polusi udara, juga para penumpang Angkutan umum tersebut, antara lain mahasiswa.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa timbal (Pb) yang masuk ke dalam tubuh mempunyai efek fisiologis. Absorpsi Pb dari udara melalui pernafasan ataupun kulit tergantung pada ukuran partikel dan kecepatan pernafasan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan partikulat logam Pb tersebut dalam darah, salah satu metode analisis yang sering digunakan adalah teknik Spektrofotometri Ultra Violet – Visible (UV-VIS). Metode ini sangat akurat dan efektif untuk analisis kandungan partikulat logam Pb pada tingkat ppm sampai ppb.

## **1.2. Maksud Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh kendaraan bermotor terhadap kandungan partikulat Pb dalam darah sopir angkot maupun mahasiswa



### **1.3. Tujuan Penelitian**

Menentukan kandungan Partikulat Pb dalam darah mahasiswa dan sopir angkutan trayek Kampus UNHAS

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Sebagai bahan informasi tentang dampak lingkungan dari kendaraan bermotor terhadap kandungan Partikulat Pb dalam darah, baik mahasiswa maupun sopir angkutan umum di kota Makassar.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. TINJAUAN UMUM TENTANG PENCEMARAN UDARA

Pengkajian dan penelitian timah hitam di beberapa kota padat lalu lintas di Indonesia telah dilakukan, mengingat adanya data pencemaran Pb yang telah diperoleh dari kota Jakarta. Data tersebut menunjukkan nilai yang perlu mendapat perhatian. Pencemaran Pb ini membahayakan bagi kesehatan dan bagi generasi penerus karena logam Pb ini apabila terakumulasi dalam tubuh dapat menurunkan tingkat kecerdasan. (Prajanti, 2000)

Menurut PP no. 41 Th 1999, tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain yang berasal dari udara lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan atau aktivitas manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak dapat memenuhi fungsinya. (Harsanto, 2000)

Tabel 1: Komposisi udara bersih dan kering

Komponen	Rumus	Konsentrasi	
		%	ppm
Nitrogen	N <sub>2</sub>	78,09	780900
Oksigen	O <sub>2</sub>	20,94	209400
Argon	Ar	0,934	9340
Karbondioksida	CO <sub>2</sub>	0,0315	315
Neon	Ne	0,0018	18
Helium	He	0,00052	5,2
Metana	CH <sub>4</sub>	0,00010-0,00012	1,0 - 1,2
Kripton	Kr	0,0001	1
Nitrogen Oksida	N <sub>2</sub> O	0,00005	0,5
Hidrogen	H <sub>2</sub>	0,00005	0,5
Xenon	Xe	0,000008	0,08
Nitrogen dioksida	NO <sub>2</sub>	0,000002	0,02
Ozon	O <sub>3</sub>	0,000001	0,01

Sumber : Purba, 1995

Pada umumnya udara mengandung zat lain di samping gas tersebut. Zat tersebut adalah CO, HC dan SO<sub>2</sub> dan lain-lainnya. Zat tersebut disebut pencemar udara. Sumber pencemar udara di sebabkan oleh sumber alamiah dan sumber oleh

kegiatan manusia. Sumber alamiah misalnya di rawa-rawa biasanya terdapat gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ .

Di dalam tambang biasanya terdapat gas  $\text{CO}$ , pada aktivitas gunung berapi biasanya berupa mengeluarkan gas, antara lain  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{SO}_2$ . Pada aktivitas manusia, misalnya transportasi yang menggunakan bahan bakar bensin akan menghasilkan emisi antara lain  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  dan debu Pb dan sebagainya. Pada kegiatan industri pupuk urea akan menghasilkan emisi  $\text{NH}_3$ , industri pemecahan batu akan menghasilkan emisi partikel debu dan pencemaran energi berupa kebisingan. Menurut PP no 41 Th 1999, baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi dan/atau komponen yang ada atau seharusnya ada, dan atau unsur pencemar yang di tenggang keberadaannya dalam udara ambien, untuk mencegah pencemaran udara baku mutu di tinjau kembali setelah 5 tahun. Ditinjau dari sifat sumber pencemar udara, terdapat 3 jenis yaitu :

1. Sumber titik (point source), yaitu sumber pencemar yang berasal dari sumber stasioner, tunggal dan dapat diidentifikasi keberadaannya. Misalnya Emisi gas dari cerobong asap pabrik.
2. Sumber kawasan (area source), yaitu sumber pencemar yang berasal dari beberapa sumber titik yang berdekatan atau berasal dari sumber bergerak (mobile source) pada daerah tertentu. Misalnya pencemaran udara pada kawasan tobong gamping di kec Ayah kabupaten Kebumen atau pencemaran udara akibat kepadatan arus

lalulintas.

3. Sumber garis (line source), yaitu sumber pencemar yang berasal dari emisi yang berbentuk garis. Misalnya pencemaran udara dan kebisingan pesawat terbang pada bandar udara pada saat take off dan landing.

Hal - hal yang mempengaruhi kualitas zat pencemar udara antara lain :

1. Jenis bahan bakar ; bahan bakar yang mengandung belerang akan menghasilkan zat pencemar  $\text{SO}_2$ , bahan bakar yang mengandung abu (fly ash) akan menghasilkan zat pencemar partikel debu.
2. Proses produksi ; proses yang dipilih di dalam industri akan mempengaruhi kualitas emisi zat pencemar. Misalnya proses basah pada pabrik semen akan menghasilkan debu lebih sedikit dibanding proses kering. Proses kompos pada sampah TPA akan menghasilkan gas  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_3$  lebih sedikit bila dibandingkan proses sanitary land fill.
3. Cuaca ; misalnya arah dan kecepatan angin akan mempengaruhi proses pengenceran zat pencemar di udara dan penyebarannya.  
Semakin besar anginnya semakin kecil konsentrasi zat pencemar di udara karena zat pencemar di udara tersebut mengalami pengenceran. Disamping itu arah angin akan mempengaruhi arah penyebarannya.
4. Tumbuhan ; pada siang hari pepohonan akan menyerap zat pencemaran di udara

karena zat pencemar di udara tersebut mengalami pengenceran di udara. Gas  $\text{CO}_2$  akan diserap oleh daun pada proses fotosintesa dan daun akan mengeluarkan  $\text{O}_2$  ke udara sehingga pada siang hari banyaknya pepohonan akan menyebabkan udara menjadi segar.

(Harsanto, 2001).

Idealnya, udara bersih dan layak hirup terdiri atas  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%),  $\text{H}_2$ , dan unsur lain (0,1%). Mau lebih segar lagi, oksigen murni (100%  $\text{O}_2$ ) yang terkemas dalam tabung, yang hanya dijual atau tersedia di bar oksigen, seperti di Jepang, Bangkok, juga Jakarta. Sementara kenyataannya, udara kita dipenuhi partikulat dan senyawa beracun. (Suyono, 2001)

Salah satu dampak negatif dari kegiatan pembangunan adalah timbulnya pencemaran terhadap lingkungan, di mana menurut hasil penelitian tentang lingkungan udara (ambien) di wilayah DKI Jakarta menunjukkan bahwa sumber pencemar udara terbesar berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor (60%). Sumber pencemar lain yaitu berasal dari emisi industri (25%), rumah tangga (10%), dan sampah (2,5%) (Kepala Dinas LLAJ DKI Jakarta, 1998)

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, secara umum kandungan timah hitam (Pb) dalam darah di beberapa peneliti di beberapa lokasi terminal bus, seperti di terminal rambutan, Pulo Gadung, Lebak Bulus dan perempatan Universitas



Kristen Indonesia (UKI) Cawang Jakarta, Tomang dan Senen, sudah menunjukkan keracunan ringan. Akibat keracunan ini maka banyak orang sering pusing, kesemutan, mudah lupa, malas makan bahkan bisa terjadi gangguan sexual. (Bappeda DKI Jakarta, 2001)

## B. URAIAN UMUM TENTANG LOGAM BERAT

Istilah logam berat sebelumnya telah dipergunakan secara luas. Terutama dalam perpustakaan ilmiah sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dan kelompok logam berat adalah sebagai berikut (Palar, 1994) :

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

Menurut Niebor dan Richardson dalam Palar (1994), membagi logam berat ke dalam 3 kelompok yaitu :

- a) Logam-logam yang dengan mudah mengalami reaksi kimia bila bertemu dengan unsur oksigen atau disebut juga dengan *oxygen-seeking metal*.
- b) Logam-logam yang dengan mudah mengalami reaksi kimia bila bertemu dengan unsur nitrogen dan atau unsur belerang (Sulfur) atau disebut juga *nitrogen-sulfur seeking metal*.



- c) Logam antara atau logam transisi yang memiliki sifat khusus (spesifik) sebagai logam pengganti (ion pengganti) untuk logam-logam atau ion-ion logam dari kelas A dan logam dari kelas B.

Sedangkan menurut Saeni dalam Diananjaya (1989), logam berat adalah semua jenis logam yang memiliki densitas atau berat jenis lebih besar 5 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan jenis logam dengan berat jenis lebih kecil dari 5 g/cm<sup>3</sup> digolongkan logam ringan.

Tabel 2 : Densitas ( $\rho$ ), Berat Atom (BA) dan Nomor Atom (NA) Beberapa logam Berat (Kunarso )

Unsur	Berat Atom (BA)	Nomor Atom (NA)	Densitas ( $\rho$ )
Kromium (Cr)	52.01	24	7.14
Seng (Zn)	65.38	30	7.14
Mangan (Mn)	55.05	25	7.40
Besi (Fe)	55.85	26	7.87
Kadmium (Cd)	112.41	48	8.65
Nikel (Ni)	58.69	28	8.90
Tembaga (Cu)	63.54	29	8.90
Bismut (Bi)	208.98	83	9.80
Timbal (Pb)	207.21	82	11.34

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit, tetapi bila kebutuhan dalam jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi maka dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan sangat dipentingkan maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam-logam atau mineral-mineral essensial tubuh. Logam berat yang essensial meliputi Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, V, Sn dan Zn, sedangkan yang non-essensial meliputi Cd, Pb dan Hg. Ternyata kemudian, bila jumlah dari logam-logam essensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh (Palar, 1994).

### C. LOGAM TIMBAL (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan istilah timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan *Pb*. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom 207,2. Penyebaran logam timbal murni di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh bumi hanyalah 0,0002 % dari jumlah seluruh kerak 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 *minim* (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Boleh dikatakan bahwa timbal tidak pernah ditemukan dalam bentuk logam murninya (Palar, 1994)

#### a) Sifat-sifat Timbal

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

1).Merupakan logam 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 rendah, hanya 327,5 °C. 4) Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri. 4)Merupakan penghantar listrik yang tidak baik (Palar, 1994).

Sedangkan sifat-sifat timbal menurut Darmono (1995) adalah :

1).Mempunyai titik didih yang rendah sehingga mudah digunakan dan murah biayanya. 2) Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya. 3)Kepadatannya melebihi logam lain

Penambahan basa, maka akan terbentuk ion-ion polimer yang mengandung 3, 4 dan 6 atom timbal. Penambahan lebih banyak basa akhirnya memberikan oksida terhidrat yang larut jika basanya berlebihan menghasilkan

ion plumbat. Kebanyakan garam timbal hanya larut sebagian dalam air dan beberapa diantaranya tidak dapat larut seperti  $PbCl_2$ ,  $PbSO_4$  dan  $PbCrO_4$  (Cotton & Wilkinson, 1989).

#### ***b. Penggunaan Timbal (Pb)***

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil dimana digunakan timbal metalik dan komponen-komponennya. Penggunaan lainnya untuk produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder, bahan kimia, pewarna dan lain-lainnya. Komponen timbal juga digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di dalam air rendah dan dapat berfungsi sebagai pelindung dan terdapat dalam berbagai warna. Selain itu, timbal dapat digunakan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik (Fardiaz, 1992).

Senyawa tetrametil-timbal dan tetraetil-timbal dapat ditambahkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor berfungsi sebagai zat anti ketuk (anti-knock) pada mesin-mesin kendaraan (Anies, 2002).

Kemampuan Pb untuk berikatan dengan atom N (nitrogen) untuk membentuk senyawa azida. Senyawa ini merupakan suatu jenis senyawa yang mempunyai kemampuan ledakan dengan pancaran energi yang besar. Karena itu, senyawa azida banyak digunakan sebagai detonator atau bahan peledak (Palar, 1994).

#### D. PENGGUNAAN LOGAM TIMBAL DALAM BAHAN BAKAR

Di Indonesia, khususnya di kota-kota besar, lalu lintas dalam hal ini kendaraan bermotor, mempunyai andil yang sangat besar dalam memberikan kontribusi pada polusi udara. Kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70% dibandingkan dengan industri yang hanya berkisar antara 10-15%. Sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan/ladang dan lain-lain (Anies, 2002).

Jakarta Gonjang ganjing karena tercemar timah hitam (pb) berat. Itulah yang paling pas diberikan kepada kota Jakarta sebagai Megacity sekarang ini. Sebutan itu bukan tanpa alasan,. Hasil penelitian United National for Environmental ( UNEP ) menempatkan kota Jakarta pada urutan ketiga yang paling tercemar di Dunia setelah Meksiko dan Bangkok. Hasil penelitian ini makin membuktikan bahwa usara dikota Jakarta sudah bekitu mengkhawatirkan. Oleh sebab itu trend bahan bakar untuk masa depan akan mengarah kepada bahan bakar alternatif yang bersih lingkungan. (Pertamina, 2001)

Timbal atau timah hitam (Pb) adalah metal kehitaman yang banyak digunakan dalam bensin. Pb organik (TEL = *tetra ethyl lead*) sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan. Pb adalah racun sistemik yang apabila terjadi keracunan Pb akan menimbulkan gejala antara lain muntah-muntah, rasa logam di mulut, perubahan kepribadian, kelumpuhan, kebutaan, dan anemia. Pb

organik cenderung menyebabkan encephalopathy. Pada keracunan akut, terjadi gejala meninges dan cerebral diikuti dengan stupor, coma, dan akhirnya kematian (Slamet, J.S. 1995).

Bahaya polutan tadi diperparah dengan adanya paparan timah hitam atau timbal (Pb) karena bensin yang sekarang ini masih mengandung zat itu. Timbal merupakan bahan aditif dalam bensin sebagai *anti-knocking* yang digunakan sejak 1920-an. Dalam bentuk *tetraetil lead* (TEL), timbal meningkatkan nilai oktan bensin serta berfungsi sebagai pelumas kedudukan katup mobil. Namun, sejak 1990-an desain mobil sudah disesuaikan dengan bensin tanpa timbal (*unleaded gasoline*). Pada solar tidak ditambah timbel sehingga tidak menjadi masalah.

Adanya unsur timbel juga mengakibatkan tidak bisa dipasangnya peralatan pengurang emisi gas buang, seperti *catalytic converter*. Padahal alat tersebut mampu menurunkan kadar polutan sampai 0% (Yudistira, 1998).

Untuk menciptakan udara bersih, nyaman dan sehat, memang tak ada formula yang sempurna. Tapi harus ada prioritas utama, yakni mengendalikan sumber polutan. Program untuk meninggalkan bensin Pb sudah dicanangkan pemerintah. Diawali dengan pelenyapan premium di Jabotabek, digeser bensin tanpa timbal (2001). Tahun 2002, targetnya mencakup wilayah Jawa, dan seluruh Indonesia (sampai 2003). (Bappeda DKI, 2001)

Selain *tune up* secara periodik, penggunaan bahan bakar Super TT (bensin tanpa timbal) merupakan cara yang paling baik. Karena, gas sisa pembakaran Super TT lebih ramah lingkungan. Namun, Super TT direkomendasikan untuk mobil baru.

Sedangkan "mobil lawas" keluaran sebelum 1992, tak dianjurkan memakai bahan bakar jenis ini. Pasalnya, kendaraan tua biasanya membutuhkan bahan bakar bertimah sebagai pelumas pada kedudukan katup agar tidak lekas aus. (Suyono, 2001)

Upaya selanjutnya, pemakaian bahan bakar gas (BBG) untuk menggeser BBM. Alasannya, emisi gas buangnya rendah polutan. CO pembakaran gas hanya 7% (bensin hampir 96%) untuk setiap gram per kilometer. Untuk setiap giga joule energi yang dihasilkan, secara kumulatif bensin (premium) menghasilkan CO 10.400 gram, solar 340 gram, sementara BBG hanya 4 gram. NO<sub>x</sub> bensin 400 gram, solar 300 gram, dan BBG, hanya 140 gram, untuk setiap giga joule energi. Pada saat ini, pemakaian BBG belum populer di masyarakat, dan masih terbatas pada sejumlah angkutan umum Jakarta. lagi pula stasiun pompa gas belum memadai. (Suyono, 2001)

Polutan timah hitam (Pb) yang dihasilkan bensin, menurut *Sulzer Technical Review* No.2 tahun 1987, sebesar 0,09 gram dan hidrokarbon (HC) 2,2 gram, dalam setiap kilometer jarak tempuh. Sementara BBG bebas Pb, dan hanya menghasilkan 1,6 gram HC, untuk setiap kilometer jarak tempuh. Selaras dengan kemajuan teknologi otomotif, rancang bangun mesin sudah semestinya diarahkan agar ramah lingkungan. Pasokan bahan bakar injeksi dan terkendali komputer mengoptimalkan kinerja mesin dan meminimalkan gas racun. Sistem Electronic Fuel Injection (EFI) dan *catalytic converter* bisa menjadi alternatif mengurangi emisi gas beracun. Adanya katalis konverter terdiri atas penyangga dan inti logam aktif yang

dipasang pada saluran knalpot, gas buang akan teroksidasi dan tereduksi menjadi emisi ramah lingkungan. (Suyono, 2001)

Sebagai alternatif, perlu diciptakan mobil yang ramah lingkungan. Misalnya, mobil listrik atau hidro 100% bebas polusi, mobil hibrida (kombinasi listrik dan bensin). Alternatif lain adalah pemakaian bahan bakar lain: *fuelcell*, alkohol, metanol, LPG (*liquefied petroleum gas*), gas alam.

Ancaman timbal bisa dialami mereka yang bersinggungan langsung dengan sumber pencemar timbal. Menurut penelitian Budi Haryanto dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM-UI), sekitar 30 - 46% pengemudi dan polisi serta 50% pedagang kaki lima di Bandung memiliki kadar timbal dalam darahnya di atas ambang normal, yakni lebih besar dari 40 mikrogram per desiliter darah.

Konsentrasi timbal di udara di daerah perkotaan kemungkinan mencapai 5 sampai 50 kali dibandingkan dengan di daerah-daerah perdesaan. Semakin jauh dari daerah perkotaan, semakin rendah konsentrasi Pb di udara. Timbal yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk yaitu berbentuk gas dan partikel. Gas timbal terutama berasal dari pembakaran bahan aditif bensin dari kendaraan bermotor yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb. Partikel-partikel Pb di udara berasal dari sumber-sumber lain seperti pabrik-pabrik alkil Pb dan Pb-oksida, pembakaran arang, dan sebagainya. Pencemaran Pb yang terbesar berasal dari pembakaran bensin, di mana dihasilkan berbagai komponen Pb, terutama  $PbBrCl$  dan  $PbBrCl \cdot 2PbO$  (Fardiaz, 1995).



Berikut ini adalah salah satu penemuan dari jenis dan jumlah komponen-komponen Pb yang diproduksi dari asap mobil, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

*Tabel 3. Komponen Pb di dalam asap mobil.*

Komponen Pb	Persen dari total	partikel Pb di dalam asap
	Segera setelah starter	18 jam setelah starter
PbBrCl	32.0	12.0
PbBrCl.2PbO	31.4	1.6
PbCl <sub>2</sub>	10.7	8.3
Pb(OH)Cl	7.7	7.2
PbBr <sub>2</sub>	5.5	0.5
PbCl <sub>2</sub> .2PbO	5.2	5.6
Pb(OH)Br	2.2	0.1
PbO <sub>x</sub>	2.2	21.2
PbCO <sub>3</sub>	1.2	13.8
PbBr <sub>2</sub> .2PbO	1.1	0.1
PbCO <sub>3</sub> .2PbO	1.0	29.6

Sumber : Fardiaz (1995)

## E. DAMPAK PARTIKULAT TIMBAL TERHADAP KESEHATAN

Langit biru yang kita idamkan agaknya kian jauh dari kenyataan. Udara kita telah tercemar oleh berbagai polutan udara kota, baik dari kegiatan industri maupun terutama lalu lintas atau transportasi darat. Bukan hanya jumlah kendaraan

bermotor yang kian meningkat pesat, tetapi juga banyak kendaraan yang tidak dirawat dengan baik. Di samping itu kualitas bahan bakar yang masih mengandung timbal (Pb), sehingga menghasilkan emisi yang dapat mengganggu kesehatan.(Yudistira, 1998)

Polusi udara umumnya diberi batasan sebagai udara yang mengandung satu atau lebih zat kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan pada manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan dan harta benda. (Anies, 2002)

Kanada memberikan batasan serupa, yaitu semua macam kontaminasi udara yang dapat menyebabkan gangguan pada manusia atau membahayakan kesehatan dan keselamatannya, merusak milik serta mengganggu kehidupan tanaman dan hewan. Bahkan di Prancis, polusi udara dinyatakan sebagai pengotoran udara yang dapat membahayakan kesehatan dan keamanan umum, pertanian serta preservasi monumen-monumen umum atau keindahan alam. (Anies, 2002)

Di samping berpengaruh terhadap kenyamanan hidup, polusi udara berpotensi mempengaruhi kesehatan masyarakat, antara lain menimbulkan berbagai penyakit. Penyakit yang ditimbulkan tergantung pada bahan pencemar udara tersebut.(Anies, 2002)

Khusus polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor dengan bahan bakar yang tak ramah lingkungan, terutama karena masih mengandung sejumlah Pb, dikhawatirkan akan menurunkan kualitas sumberdaya manusia, karena akan menurunkan tingkat kecerdasan anak-anak. Timbel tidak hanya terserap lewat saluran pernapasan. Kini banyak tanaman yang mengandung residu Pb, akibat polusi udara oleh bahan kimia ini. (Anies, 2003)

Partikulat yang komposisinya terdiri dari timbal (Pb), sulfat, nitrat dan logam berat cukup berbahaya bagi kesehatan manusia. partikulat yang berukuran 10 mikron bisa terhisap dan masuk ke saluran pernapasan meskipun masih bisa disaring oleh bulu-bulu hidung. Namun partikulat berukuran 2,5 mikron biasanya sudah tidak bisa disaring lagi dan langsung masuk ke dalam paru-paru. Lebih berbahayanya lagi apabila kandungan komposisi kimia partikulat ini bersifat asam maka bisa mengiritasi paru-paru.(Akhyar, 2002)

WHO Inter Regional Symposium on Criteria for Air Quality and Method of Measurement telah menetapkan beberapa tingkat konsentrasi polusi udara dalam hubungan dengan akibatnya terhadap kesehatan maupun lingkungan sebagai berikut :

Tingkat I : Konsetrasi dan waktu expose yang tidak ditemui akibat apa-apa, baik secara langsung maupun tidak langsung.



Tingkat II : Konsentrasi yang mungkin dapat ditemui iritasi pada pencaindera, akibat berbahaya pada tumbuh-tumbuhan, pembatasan penglihatan atau akibat-akibat lain yang merugikan pada lingkungan (*adverse level*).

Tingkat III : Konsentari yang mungkin menimbulkan hambatan pada fungsi-fungsi faali yang fital serta perubahan yang mungkin dapat menimbulkan penyakit menahun atau pemendekan umur (*serious level*).

Tingkat IV : Konsentrasi yang mungkin menimbulkan penyakit akut atau kematian pada golongan populasi yang peka (*emergency level*). (Anies, 2002)

Absorbsi Pb dari udara melalui pemapasan ataupun kulit tergantung pada ukuran partikel dan kecepatan pemapasan. Telah diperkirakan bahwa pada kondisi normal sekitar 37% dari Pb yang dihirup dari udara akan tertahan pada paru-paru. Pada tingkat  $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Pb di udara, belum menunjukkan kenaikan Pb dalam darah. Tapi pada tingkat pencemaran yang lebih tinggi di udara, jika terhirup terus menerus akan menunjukkan kenaikan kadar Pb dalam darah. Pada kondisi normal Pb dalam darah berada pada tingkat  $17-35 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  darah, pada tingkat  $80-150 \mu\text{g}$  per 100 ml darah, sudah merupakan tingkat yang membahayakan bagi susunan pusat syaraf di otak dan dapat menimbulkan penyakit yang sifatnya kronik.

Dampak polusi udara terbukti memang membahayakan kesehatan. Hasil riset ahli Swiss mengindikasikan, polusi udara tidak hanya mengancam kesehatan orang dewasa, tapi juga anak-anak dan bayi. Menurut Dr. Reinhard Kaiser dari

Institute of Social and Preventive Medicine, di Basel, Swiss, buruknya kualitas udara ada korelasinya dengan kematian bayi di kota-kota besar di AS. (Anies, 2002)

Partikulat, bagian terkecil debu berdiameter 10 mikron (PM10) atau sekitar sepertujuh dari ukuran rambut manusia, dikhawatirkan berdampak buruk terhadap sistem pernapasan yang dapat menyebabkan kematian prematur. Ada dugaan, 9% kematian bayi usia 1 - 12 bulan akibat polusi PM10. (Akhyar, 2002)

Risiko menyeramkan juga pernah diutarakan Prof. Dr. Umar Fahmi dari Fakultas Kesehatan Masyarakat UI (kini Dirjen Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman), anak terkontaminasi timah hitam sampai 10 mikrogram akan mengalami degradasi kecerdasan alias idiot. Pada orang dewasa, Pb mengurangi kesuburan, bahkan menyebabkan kemandulan atau keguguran pada wanita hamil. Kalaupun tidak keguguran, sel otak janin tak bisa berkembang. (Suyono, 2001)

Bukti bahwa polusi udara menghambat pertumbuhan janin, pernah dilaporkan *New Scientist* (17/10/1996). Menurut Frederica Perera dari Universitas Columbia, New York, bayi-bayi di Polandia yang ibunya saat hamil terkontaminasi polutan kurang dari 10 mikrogram, lahir dengan kepala dan tubuh kecil. Bahkan juga berisiko terkena kanker, dan kemampuan belajarnya terganggu. (Suyono, 2001)

Dollaris, yang terlibat Clean Air Project Jakarta, sempat juga mengingatkan, polusi udara Jakarta sudah melampaui ambang batas. Bila orang setiap hari menghirup udara tercemar timah hitam (Pb-plumbum) hingga jangka waktu

tertentu, akan mengalami dampak terburuk. Sehingga dapat melahirkan anak dengan mental terbelakang alias idiot. (Suyono, 2001)

Di Jakarta, anak di bawah 15 tahun yang terserang bronkitis mencapai 606 anak. Polusi udara bikin kambuh asma 862 penderita, dan 28 orang (di atas 25 tahun) terserang asma. Secara ekonomis, Jakarta merugi Rp 2,4 triliun untuk perawatan kesehatan dan menurunnya produktivitas. Bila sampai 2020 tak ada penuntasan polusi, diprediksi masyarakat Jakarta harus menyediakan anggaran Rp 7 triliun, hanya untuk perawatan kesehatan. (Suyono, 2001)

Di Surabaya, dalam tubuh mereka terakumulasi Pb rata-rata 68 mikrogram/l. Kadar sebanyak itu menyebabkan anak makin agresif, kurang konsentrasi. Bahkan, menyebabkan kanker. Kasus infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) anak-anak di Surabaya pun tinggi. (Suyono, 2001)

Di Mexico City, biaya kesehatan karena polusi udara mencapai AS \$ 1,5 milyar setahun. Tingginya polusi menyebabkan rata-rata masyarakat kota kehilangan 2,4 hari kerja per tahun, dan terjadi 6.400 kasus kematian per tahun. Tingginya Pb menyebabkan hipertensi pada 20% orang dewasa, bahkan Pb pun mengembara dalam darah 29% anak-anak. (Suyono, 2001)

Tingginya kadar Pb di udara menyebabkan terjadinya 200.000 - 500.000 kasus hipertensi di Bangkok (Thailand), dan menyebabkan 400 kematian setiap tahun. Anak-anak kehilangan rata-rata empat poin IQ pada usia 7 tahun. Dalam jangka panjang berdampak pada menurunnya produktivitas. (Suyono, 2001)

Seiring dengan tingginya polutan udara, tekanan darah akan menaik. Menurut Angela Ibald-Mulli dan koleganya dari GSF-National Research Center for Environment and Health di Neuherberg, Jerman, polusi memungkinkan perubahan dalam sistem saraf yang mengatur tekanan darah, berarti meningkatkan peluang terserang jantung atau gangguan lain. (Suyono, 2001)

Berdasarkan pengukuran tekanan darah responden dewasa usia 25 - 64 tahun di wilayah selatan Jerman, juga di Eropa Tengah saat polusi terparah, tercatat ada peningkatan jumlah pasien penyakit jantung. Begitu juga pada orang bergejala awal penyakit jantung, polusi udara malah memicu kematian mendadak. (Suyono, 2001)

Sebuah studi selama tujuh tahun di 151 kota di Amerika Serikat, menyimpulkan bahwa polusi mengancam jiwa manusia. Telaah yang melibatkan 550.000 orang itu menunjukkan, penduduk kota yang tinggi tingkat polusinya memiliki kemungkinan mati 15 - 17% lebih tinggi daripada mereka yang tinggal di kota yang tidak terpolusi. (Suyono, 2001)

## **F. TIMBAL DALAM DARAH**

Timah hitam merupakan bahan beracun yang sangat dikenal dan telah diteliti dalam jangka waktu yang lama. Bahan tersebut mempengaruhi pembentukan sel-sel darah dalam sum-sum tulang belakang dan menghambat sintesis hemoglobin. Sangat menarik untuk diperhatikan bahwa mekanisme kimiawi yang diberikan dapat

menghambat pembentukan klorofil di dalam tanaman. Penghambatan 2 enzim asam  $\delta$ -aminolevulinat dan profobilinogen serta menghambat pembentukan heme dan pigmennya.

Sistem *hematopoietik* sangat peka terhadap efek Pb. Komponen utama hemoglobin adalah hem. Hem disintesis dari glisin dan suksinil koenzim A (KoA), dengan pidoksal fosfat sebagai kofaktor. Setelah beberapa langkah, zat ini akhirnya bergabung dengan besi untuk membentuk hem. Langkah awal dan akhir terjadi dalam mitokondria, sedangkan langkah antara terjadi pada sitoplasma. Di antara enzim-enzim yang terlibat dalam langkah-langkah ini adalah yang rentan terhadap efek penghambatan Pb. Asam  $\delta$ -amino-levulinat dehidrase (ALAD) dan hem sintetase (HS) adalah yang paling rentan, sementara asam  $\delta$ -amino-levulinat sintetase (ALAS), uroporfirinogen dekarboksilase (UROD), dan koproporfirinogen oksidase (COPROD) tidak begitu peka terhadap penghambatan Pb. Hanya ada dua enzim yang tidak dipengaruhi, yaitu porfobilinogen deaminase dan uroporfirinogen kosintetase.

Meskipun anemia klinis hanya tampak jelas bila terjadi pajanan moderat terhadap Pb dengan kadar dalam darah sekitar 50  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , beberapa efek lain dapat diamati pada tingkat pajanan yang jauh lebih rendah. Contohnya, Penghambatan ALAD menjadi lebih jelas pada kadar Pb darah sedikit lebih tinggi dari 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dan kadar porfirin eritrosit bebas (*free erythrocyte porphyrins* = FEP) sebesar 20-25  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Penghambatan ALAD dan mungkin juga FEP dapat dinggap sebagai indikator pajanan dan bukan indikator toksisitas. Kerusakan sintesis hem dapat mengakibatkan



anemia yang bersifat hipokromik dan mikrositik. Anemia sebagian dapat disebabkan karena lebih rapuhnya erosit (Suyono,2001)

Susunan saraf juga merupakan organ sasaran utama Pb. Setelah tingkat pajanan tinggi, dengan kadar Pb darah di atas 80  $\mu\text{g}/\text{dl}$  dapat terjadi ensefalopati. Terjadi kerusakan pada arteriol dan kapiles yang mengakibatkan edema otak, meningkatnya tekanan cairan serebrospinal, degenerasi neuron, dan perkembangbiakan sel glia. Secara klinis keadaan ini disertai dengan munculnya ataksia, stupor, koma, dan kejang-kejang. Pada anak-anak, sidroma klinis ini dapat terjadi pada kadar Pb darah sebesar 70  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Pada kadar yang lebih rendah lagi (40-50  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), anak-anak dapat menunjukkan hiperaktivitas, berkurangnya masa perhatian, dan skor IQ sedikit menurun. Manifestasi yang begitu tidak nyata ini mungkin akibat kerusakan fungsi neurotransmitter dan ion kalsium. Neuropati perifer ditandai oleh *wrist drop* dan *foot drop*, tanda-tanda kerusakan saraf motorik. Timbal menyebabkan degenerasi sel Schwann diikuti dengan demielinasi dan mungkin juga degenerasi akson. Sidroma ini terutama terjadi di antara pekerja pabrik.

Efek lainnya, karsinogenesitas Pb telah ditunjukkan pada ginjal hewan pengerat, tetapi data pada manusia dalam hal ini sedikit . Pb juga mengganggu fungsi reproduksi, terutama melalui gematotoksisitas pada hewan betina, yang mengakibatkan kemandulan, aborsi, dan kematian neonatal.

Darah merupakan suatu suspensi sel dan fragmen sitoplasma di dalam cairan yang disebut plasma. Secara keseluruhan darah dapat dianggap sebagai jaringan pengikat dalam arti luas, karena pada dasarnya terdiri atas unsur-unsur sel

dan substansi interseluler yang berbentuk plasma. Secara fungsional pun darah merupakan jaringan pengikat dalam arti menghubungkan seluruh bagian-bagian dalam tubuh sehingga merupakan integritas. (Subowo, 1992)

Apabila darah dikeluarkan dari tubuh maka segera terjadi bekuan yang terdiri dari unsur berbentuk dan cairan kuning jernih yang disebut serum. Serum sebenarnya plasma tanpa fibrinogen (protein). Apabila pembekuan dicegah maka perbandingan antara unsur berbentuk yang sebagian besar merupakan sel-sel darah merah, dan plasma adalah sekitar 40 % - 50 % pada lelaki dewasa. Perbandingan ini tergantung pada jenis kelamin dan umur individu. Dalam setiap  $1 \text{ mm}^3$  darah terdapat sekitar 5 juta eritrosit, oleh karena itu pada sediaan darah yang tampak paling menonjol adalah sel-sel tersebut. (Subowo, 1992)

Dalam keadaan normal eritrosit manusia berbentuk sebagai cakram bulat bikonkaf dengan diameter sekitar  $7,2 \mu\text{g}$ . tanpa memiliki inti. Pada sekitar sediaan apus, ternyata sel-selnya berukuran hampir sama, kecuali pada penyakit darah tertentu akan dialami penyimpangan baik dalam bentuk, ukuran dan pewarnaan. Eritrosit yang berukuran kurang dari  $6 \mu\text{m}$  dinamakan mikrosit dan yang berukuran lebih normal ( $9 \mu\text{m} - 12 \mu\text{m}$ ) dinamakan makrosit. (Subowo, 1992)

Komposisi molekuler eritrosit menunjukkan bahwa lebih dari separuhnya terdiri dari air (60 %) dan sisanya berbentuk substansi padat. Secara keseluruhan ini eritrosit merupakan substansi koloidal yang homogen, sehingga sel ini bersifat elastis dan lunak.

Eritrosit mengandung protein yang sangat penting bagi fungsinya yaitu globin yang dikonjugasikan dengan pigmen hem membentuk hemoglobin untuk mengikat oksigen.<sup>b</sup>

Dengan keadaan isi eritrosit yang berbentuk sebagai agar-agar tersebut, tidaklah mungkin bagi eritrosit untuk mempertahankan bentuk bikonkaf apabila tidak ada struktur khusus yang menjaganya. Ada yang menduga bahwa salah satu faktor yang berperan adalah struktur dari molekul yang membentuk isinya sendiri. Hal tersebut didasarkan adanya kelainan bentuk eritrosit yang mirip bulan sabit pada anemi bulan sabit (sickle cell anemia). Pada penderita tersebut, ternyata struktur hemoglobinnya berbeda dengan normal. Struktur kerangka sel yang berbentuk filalamen dan mikrotubuli tentu saja merupakan faktor yang berperan dalam mempertahankan bentuk sel. (Subowo, 1992)

Seperti halnya sel-sel yang lain, eritrosit pun dibatasi oleh membran plasma yang bersifat semipermeabel dan berfungsi untuk mencegah agar koloid yang dikandungnya tetap di dalam. (Subowo, 1992)

Tekanan osmosis di luar sel haruslah sama dengan tekanan dalam sel agar terdapat keseimbangan. Plasma darah bersifat isotonis dengan tekanan dalam eritrosit. Tekanan larutan NaCl sebanyak 0,9 % adalah sama dengan plasma darah. Apabila eritrosit dimasukkan dalam larutan hipertonis atau lebih besar dari NaCl 0,9 %, maka air dalam eritrosit akan mengalir ke luar yang akan berakibat bentuk eritrosit menjadi berkerut seperti berduri. Sebaliknya apabila dimasukkan dalam larutan hipotonis,

maka air akan masuk ke dalam sel sehingga eritrosit akan mengembang sampai dapat pecah. Peristiwa tersebut dinamakan hemolisis yang ditandai dengan merahya larutan oleh karena keluarnya hemoglobin. (Subowo, 1992) Bentuk eritrosit merupakan cakram yang bikonkaf memberi kesan bahwa di bagian sentralnya mengandung lebih sedikit Hb. Oleh sebab itu, bagian sentral ini tampak lebih pucat dan disebut sebagai "central acromia". (Tim Dosen FK-UH)

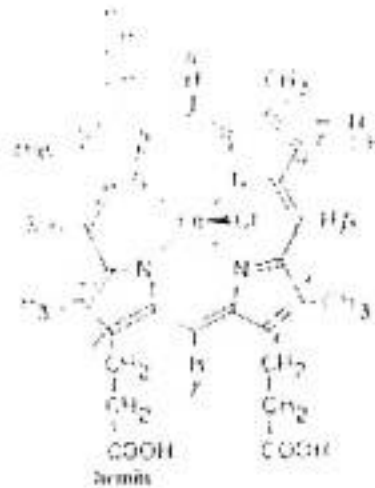
Bentuk bikonkaf dari eritrosit ternyata lebih menguntungkan daripada bentuk sebagai bola bagi pelaksanaan fungsinya karena bertambahnya luas permukaan menjadi 20-30% akan mempercepat proses absorpsi dan pelepasan  $O_2$ . Lagipula bentuk yang lebih pipih akan memperpendek jarak antara pusat sel dan lingkungannya sehingga dapat mempercepat pertukaran oksigen. (Subowo,1992)

Tidak adanya inti sel eritrosit akan memberikan tempat lebih banyak bagi kandungan Hb sehingga oksigen lebih banyak yang diikat. (Subowo,1992)

Hemoglobin merupakan protein respirator dari sel darah merah: mentransfer oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mentransfer karbondioksida dari tubuh ke paru-paru. Afinitasnya terhadap karbonmonoksida dua ratus kali lebih besar dari oksigen.(hawley, 1981)

Hemoglobin merupakan protein terkonjugasi mengandung sekurang-kurangnya 94 % globin (bagian protein) dan 6 % heme. Tiap molekulnya dapat bergabung dengan 1 molekul oksigen membentuk oksihemoglobin ( $HbO_2$ ). Besi (dalam bagian heme) harus berada dalam keadaan tereduksi (ferrous) agar

hemoglobin dapat bersatu dengan oksigen. Hb secara komersial dlm bentuk kristal atau bubuk merah kecoklatan.(hawley, 1981)



Gambar 1 : Struktur Hemin

Hemoglobin adalah suatu molekul protein yang terdapat di dalam eritrosit. Berat molekulnya 67.000. Pembentukan hemoglobin terjadi di normoblast (eritroblast, prorubrisit) dimana 4 gugus heme digabungkan ke dalam 1 molekul globin. Molekul globin merupakan suatu tetramer yang disusun dari 4 (2 pasang) rantai polipeptida, diberi nama dengan huruf Yunani (Greek)  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  dan  $\epsilon$ . satu rantai polipeptida terikat dengan 1 gugus heme. (Tim Dosen FK-UH)

Hema adalah suatu struktur porfirin ferroprotoporphyrin yang dibentuk dari 4 cincin pyrol yang saling berhubungan pada gugus methylene-nya. Ditengah terdapat 1 ion Fe bivalen. Heme ini yang memberi warna kemerahan pada eritrosit.

## Macam-macam Hemoglobin

Pada manusia telah dikenal tidak kurang dari 14 macam Hb yang dipelajari secara mendalam dengan bantuan elektroforesis. Hb diberi nama dengan simbol alfabetik misalnya : Hb A, Hb C, Hb D, Hb E, Hb F, Hb G, Hb H, Hb I, Hb M, Hb S dan sebagainya. (Tim Dosen FK-UH)

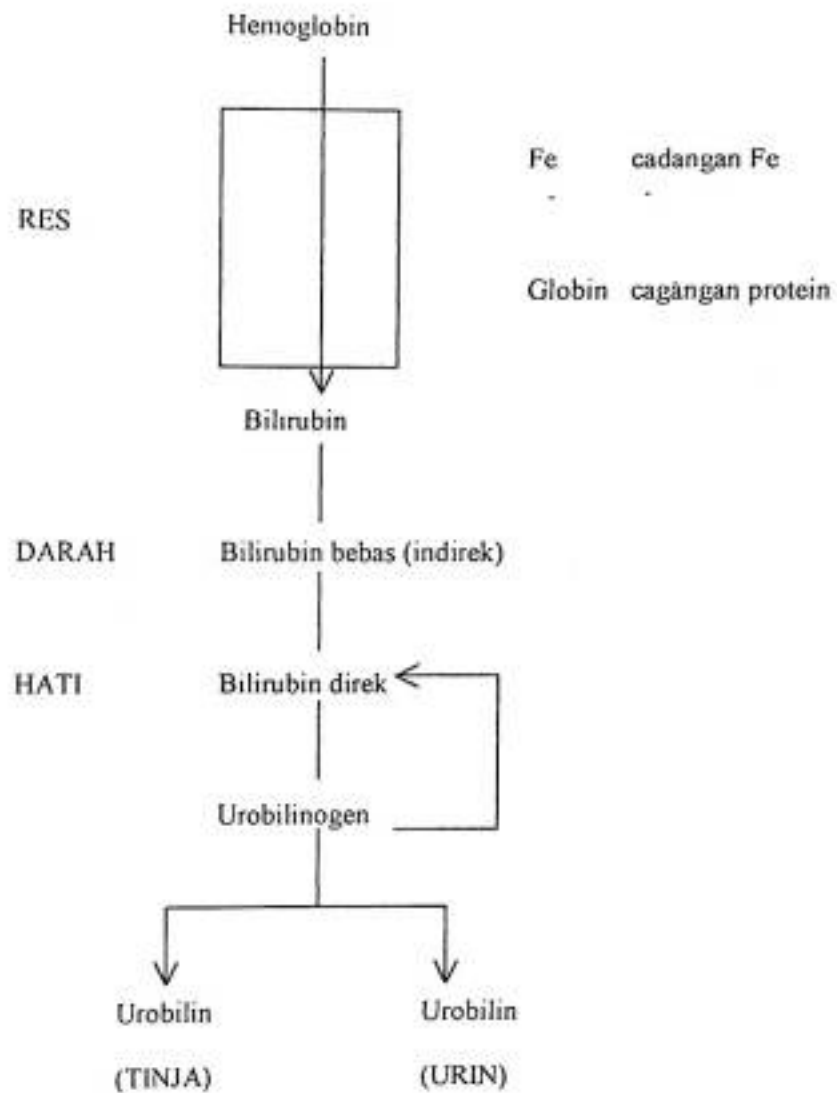
Kadang-kadang Hb diberi nama menurut kota tempat ditemukannya jenis Hb atau menurut nama orang yang menemukannya, misalnya Hb New . Hb diberi nama dengan simbol alfabetik misalnya : Hb A, Hb C, Hb D, Hb E, Hb F, Hb G, Hb H, Hb I, Hb M, Hb S dan sebagainya. (Tim Dosen FK-UH)

### Hb A

Hb A (Adult, dewasa) mulai diproduksi pada usia 5 – 6 bulan kehidupan intrauterin janin. Pada usia 6 bulan posnatal konsentrasi Hb mencapai 99 %. Hb A terdiri dari 2 rantai  $\alpha$  dan 2 rantai  $\beta$ .(Tim Dosen FK-UH)

### Hb F

Hb F (foetus, janin) mulai ditemukan dalam darah pada minggu ke 20 usia kehamilan. Pada bayi yang baru lahir masih dapat dijumpai  $\pm$  55 – 85 % Hb F dan sebelum usia 2 tahun jumlahnya tinggal sedikit dan digantikan oleh Hb A. Karena sifatnya resisten terhadap alkali, Hb F ini mudah dipisahkan dari Hb A. Hb F terdiri dari 2 rantai  $\alpha$  dan 2 rantai  $\gamma$ . (Tim Dosen FK-UH)



Gambar 2 : Metabolisme hemoglobin

### G. TINJAUAN TENTANG SENYAWA DITIZON

Senyawa Ditizon merupakan garam kompleks berwarna merah bata dalam larutan netral, amoniakal basa atau alkalisianida. Berat molekul ditizon adalah 256,33 dengan rumus kimia  $C_6H_5NHNHCSN:NC_6H_5$ . Ditizon mempunyai titik leleh  $168^{\circ}C$  ( $334\ F$ ) dan diperoleh sebagai zat padat yang berwarna biru hitam.

Reagensia dibuat dengan melarutkan 2-5 mg ditizon dalam 100 mL karbon tetraklorida atau kloroform. Senyawa ini tidak dapat bertahan lama dengan baik. Ditizon dalam kloroform atau karbon tetraklorida berwarna hijau, tetapi pada beberapa kompleks berwarna merah atau jingga (Baker, J.T, 1999).

Beberapa ion logam berat seperti  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  dapat bereaksi dengan ditizon membentuk senyawa kompleks yang berwarna. Logam-logam ini disebut "Logam Ditizonat", ditizon dan kelat logamnya sangat tidak larut dalam air dan asam-asam mineral encer, tetapi larut dalam pelarut non-polar seperti kloroform.

Menurut Basset (1994), Ditizon merupakan reagensia yang teramat baik untuk penetapan jumlah renik (mikrogram) dari banyak logam, dan dapat dibuat selektif untuk logam-logam tertentu dengan menggunakan satu cara atau lebih :

1. Menyesuaikan pH larutan yang diekstraksi.
2. Menambahkan sebuah zat pengompleks atau zat penopeng (masking agent) misalnya sianida, tiosulfat atau EDTA.

Berdasarkan pH yang cocok pembentukan kompleks, maka ion logam ditizon dibagi 2 kelompok, yaitu:

1. Ion-ion logam yang dapat membentuk kompleks dengan ditizon pada pH rendah (4,5) yang terdiri atas :  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Bi}^{2+}$ .
2. Ion-ion logam yang dapat membentuk kompleks dengan ditizon pada pH tinggi (7,5) terdiri atas:  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Pb}^{2+}$ .



## H. SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

Spektrofotometri merupakan salah satu cabang analisis instrumental yang mempelajari interaksi antara atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik. Interaksi antara atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik dapat berupa hamburan (*scattering*), absorpsi (*absorption*), emisi (*emission*). Interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan atom atau molekul yang berupa absorpsi melahirkan spektrofotometri absorpsi antara lain spektrofotometri absorpsi antara lain spektrofotometri ultra violet (UV), spektrofotometri sinar tampak (VIS), spektrofotometri infra merah (IR) (Kok, T., 1997)

Spektrofotometri ultra violet yang dipakai untuk aplikasi kuantitatif menggunakan radiasi dengan panjang gelombang 200-380 nm, sedangkan spektrofotometri sinar tampak menggunakan radiasi dengan panjang gelombang 380-780 nm. Molekul yang dapat memberikan absorpsi yang bermakna pada daerah panjang gelombang 200-780 nm adalah molekul-molekul yang mempunyai gugus kromofor dan gugus auksokrom. Gugus kromofor adalah gugus fungsi yang mempunyai spektrum absorpsi karakteristik pada daerah ultra violet atau sinar tampak (Kok, T., 1997)

Jika radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 200-380 nm dikenakan pada molekul-molekul yang mempunyai gugus-gugus tersebut maka akan terjadi absorpsi dari radiasi elektromagnetik itu oleh molekul-molekul tadi dan mengakibatkan terjadinya transisi elektron dari tingkat energi

yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi (*eksitasi*). Besarnya energi radiasi elektromagnetik yang dibutuhkan untuk terjadinya eksitasi elektron pada suatu molekul adalah *tertentu* dan ini bervariasi antara molekul yang satu dengan molekul yang lain, tergantung pada tipe elektron dari molekul tersebut (Kok, T., 1997).

Metode spektroskopi ini didasarkan pada interaksi antara zat kimia dengan energi, biasanya energi cahaya yang menyebabkan terjadinya transisi elektron. Daerah pengukuran untuk spektroskopi UV adalah pada panjang gelombang 200 - 300 nm. Spektroskopi UV disebut spektrum elektronik karena terjadi sebagai hasil interaksi radiasi UV terhadap molekul yang mengakibatkan molekul tersebut mengalami transisi elektronik. Informasi yang didapat antara lain adanya gugus berikatan rangkap atau terkonyugasi yang mengabsorpsi radiasi elektromagnetik di daerah UV (Hendayana, S, 1994)

Apabila radiasi elektromagnetik dikenakan pada suatu molekul atau atom, maka sebagian dari radiasi tersebut diadsorpsi oleh molekul atau atom tersebut sesuai dengan strukturnya (Hendayana, S, 1994).

Apabila cahaya dilewatkan pada media homogen dengan intensitas cahaya yang datang ( $I_0$ ) maka sebagian cahaya tersebut dipantulkan ( $I_r$ ), sebagian diabsorpsi ( $I_a$ ) dan sebagian diteruskan ( $I_t$ ). Dari keadaan tersebut dapat dituliskan :

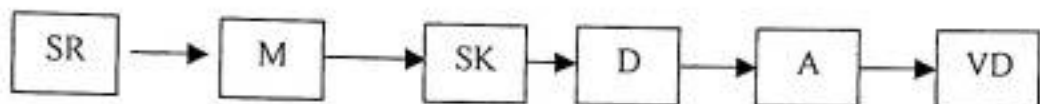
$$I_0 = I_r + I_a + I_t$$



## Instrumen Spektrofotometer UV

Unsur-unsur terpenting suatu spektrofotometer UV ditunjukkan secara skematik sebagai berikut :

Gambar 3 : Skema kerja UV-VIS



Keterangan :

- SR = Sumber radiasi
- M = monokromator
- SK = Sampel kompartemen (kuvet)
- D = Detektor
- A = Amplifier (penguat)
- VD = Visual display (recorder)

Setiap bagian peralatan dari Spektroskopi memegang fungsi dan peranan tersendiri.

- a. Sumber radiasi, beberapa macam sumber radiasi yang dipakai pada spektroskopi adalah lampu deuterium, lampu tungsten dan lampu merkuri.
- b. Monokromator merupakan alat yang mengisolasi suatu berkas radiasi yang menyeleksi panjang gelombang yang diinginkan untuk pengukuran cuplikan.
- c. Sampel kompartemen (kuvet) merupakan wadah sampel yang dianalisis.
- d. Detektor merupakan bagian yang mengubah energi radiasi menjadi isyarat listrik.

- e. Amplifier dan recorder merupakan rangkaian yang membuat isyarat listrik cocok untuk diamati dan sistem pembacaan yang menunjukkan besar isyarat listrik (Mulja, M. Syahrani, A., 1990).

Tahap analisis kuantitatif dengan spektroskopi UV :

- a. Pemilihan pelarut, pelarut yang digunakan pada spektroskopi UV harus memenuhi persyaratan, yaitu tidak mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang pengukuran sampel, tidak mengandung sistem terkonyugasi pada struktur molekulnya atau tidak berwarna, tidak berinteraksi dengan molekul senyawa yang diukur dan harus mempunyai kemurnian yang tinggi.
- b. Pemilihan panjang gelombang, pada pengukuran harus dipilih panjang gelombang maksimum karena pada panjang gelombang ini, kepekaan analisis tinggi dan kurva serapan tetap lurus sehingga memenuhi hukum Lambert-Beer panjang gelombang maksimum adalah panjang gelombang dimana terjadi A maksimum.

Bergantung pada daerah spektrum yang akan dieksplorasi, spektrofotometer ada yang dirancang hanya memiliki sumber cahaya tampak saja (Vis), dan ada yang dirancang memiliki sumber cahaya tampak (Vis) dan ultraviolet (UV). Untuk spektrometer Vis, sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah lampu tungsten halogen (W). Spektrometer UV-Vis menggunakan kombinasi lampu tungsten halogen dan lampu deuterium (D<sub>2</sub>). Pada beberapa model spektrofotomer digunakan lampu Xenon. Meski spektrofotomer dengan lampu Xenon hanya bisa mengcover sebagian daerah UV, yakni pada daerah panjang gelombang lebih besar dari 300 nm, tetapi

spektrofotometer ini menawarkan nilai ekonomis yang lebih baik karena lampu Xenon relatif lebih panjang umur hidupnya dan lebih murah harganya. (Kok, T., 1997).

## BAB III

### METODOLOGI

#### A. Pengambilan Contoh

Contoh darah diambil dari 30 orang Mahasiswa dan sopir angkutan umum, dengan perincian 10 orang mahasiswa yang sering menggunakan jasa angkutan umum, 10 orang mahasiswa yang kurang terkontaminasi sebagai kontrol dan 10 orang sopir angkutan kota. Pengambilan contoh darah dilakukan secara acak, di samping melakukan wawancara terhadap para sopir dan mahasiswa tentang usia, lama bekerja, dan aktivitas merokok di lapangan.

#### B. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan yaitu :

- Spektrofotometer UV-VIS *Jenway*, Neraca Analitik *Metter AE 100*, Labu takar 100 mL, Labu takar 50 mL, Labu takar 25 mL, Pipet skala 5 mL, Pipet skala 10 mL, Pipet skala 25 mL, Gelas kimia 250 mL, Gelas ukur 100 mL, Gelas ukur 10 mL, Erlenmeyer 500 mL, Corong pisah 250 mL, Kertas saring Whatman, Kertas pH (universal indikator pH), Botol-botol plastik, Spoit 5 mL

#### C. Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan :

- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , Dition,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , NaOH, HCl p.a,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , Kloroform p.a, Aquadest

#### D. Penyiapan Larutan

- a) *Larutan baku  $Pb(NO_3)_2$  1000 ppm* : ditimbang 1.5986 gr  $Pb(NO_3)_2$  dilarutkan ke dalam 1 liter air suling
- b) *Pembuatan larutan induk ditizon*

Melarutkan 100 mg ditizon dalam 50 mL  $CHCl_3$  di dalam gelas piala kemudian disaring dengan kertas saring. Filtrat ditampung di dalam corong pisah 500 mL (c.p.1). Gelas piala dicuci dua kali dengan 5 mL  $CHCl_3$  dan disaring, sedangkan kertas saring dibilas tiga kali dengan 5 mL  $CHCl_3$ . Ke dalam corong pisah ditambahkan 100 mL  $NH_4OH$  (1 + 99) kemudian dikocok pelan-pelan selama 1 menit. Menghindari pengocokan yang keras untuk menghindari terbentuknya emulsi. Didiamkan sampai kedua lapisan memisah. Lapisan  $CHCl_3$  dipindahkan ke dalam corong pemisah 250 mL dan lapisan air berwarna merah jingga tetap dibiarkan dalam corong pemisah 500 mL (c.p.1). Lapisan  $CHCl_3$  diekstraksi dalam corong pemisah menggunakan 100 mL  $NH_4OH$  (1 + 99). Lapisan  $CHCl_3$  ditampung ke dalam corong pemisah yang lain, sedangkan lapisan air dicampur ke dalam c.p.1. Mengulangi ekstraksi lapisan  $CHCl_3$  dengan  $NH_4OH$  (1 + 99), kemudian membuang lapisan  $CHCl_3$  dan memindahkan lapisan air ke dalam corong pemisah 500 mL (c.p.1). Ke dalam corong pemisah 500 mL (c.p.1) ditambahkan 2 mL  $HCl$  (1 + 1) sampai terjadi endapan ditizon dan larutan tidak berwarna merah jingga. Endapan ditizon

diekstraksi tiga kali masing-masing dengan 25 mL  $\text{CHCl}_3$ . Ekstrak diencerkan sampai dengan 1000 mL dengan  $\text{CHCl}_3$

c) *Pembuatan larutan penyangga pH 7,6*

Sebanyak 50 mL  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,2 M ditambahkan dengan 46,85 mL 0,2 M NaOH kemudian dilarutkan dengan aquades hingga 200 mL

#### E. PEMBUATAN LARUTAN BAKU KERJA

Larutan baku kerja Pb 100 ppm dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan induk 1000 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tepat volumenya. Larutan baku kerja Pb 10 ppm dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku kerja 100 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tepat volumenya. Deret larutan baku kerja Pb. Dari konsentrasi 10 ppm, dibuat deret konsentrasi 0,005; 0,010; 0,015; 0,02; 0,025 dengan menggunakan rumus pengenceran :  $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$  kemudian diadakan perlakuan seperti pada tata kerja analisa Pb di atas.

#### F. TATA KERJA ANALISA LOGAM Pb

- Ke dalam corong pisah, dimasukkan 5 mL sampel darah. Kemudian ditambahkan larutan penyangga pH 7,6 sebanyak 8,5 mL. Selanjutnya ditambahkan 6 mL larutan ditizon dalam kloroform. Pengocokan

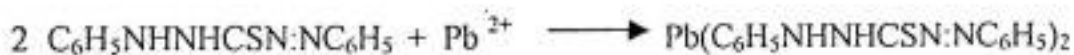


dilakukan dengan cukup kuat lalu didiamkan hingga terbentuk dua lapisan. Memisahkan lapisan kloroform dan mengukur absorbannya dengan spektrofotometer dengan kloroform sebagai blanko dengan panjang gelombang 510 nm.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam penelitian ini kami menggunakan dithizone sebagai pengompleks logam Pb dalam darah. Prinsipnya adalah senyawa dithizone akan mengikat atau mengomplekskan logam Pb di dalam darah dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Kemudian kompleks ini (berwarna biru tua) dimasukkan di dalam instrumen UV-VIS dengan panjang gelombang 510 nm dan akan menghasilkan absorbansi sesuai dengan kadar Pb dalam kompleks tersebut.

Selain menggunakan dithizone juga digunakan larutan penyangga untuk mempertahankan pH dalam larutan sehingga pengompleksan dapat berjalan optimal. Larutan penyangga yang digunakan adalah dari  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{NaOH}$  dengan pH sebesar 7,6.

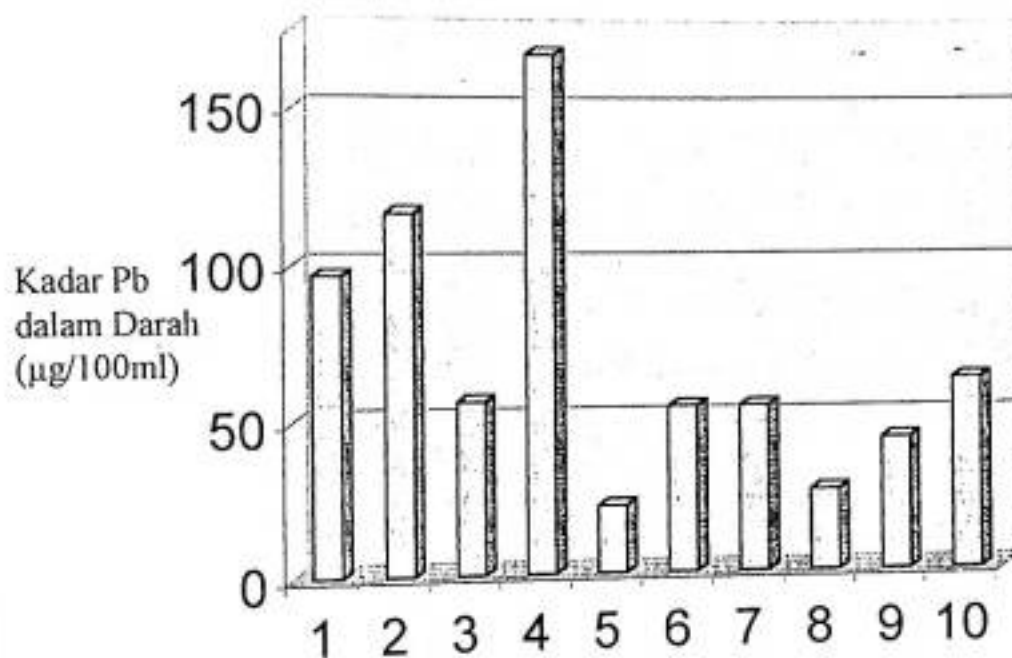
Pada penelitian ini, digunakan sampel darah yang mana darah ini akan cepat mengalami pembekuan. Maka darinya itu digunakan metode langsung kerja yaitu sampel darah yang baru diambil dari badan langsung diekstraksi bersama dithizone dan larutan penyangga.

Dengan memperhatikan ambang batas kandungan partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah, yakni kadar Pb yang normal dalam darah yaitu 17 – 35  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  darah, pada tingkat 70  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  sudah menunjukkan kontak dengan Pb,

Sedangkan pada tingkat  $80 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah ke atas sudah merupakan tingkat yang membahayakan. Kemudian kita juga perhatikan pada tabel, bahwa rata-rata kandungan partikulat logam Pb dalam darah sopir angkutan umum di kota Makassar sebesar  $70,04264 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah dengan kisaran  $22,068 - 168,123 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah, mahasiswa yang sering menggunakan jasa angkutan umum rata-rata sebesar  $45,73561 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah dengan kisaran  $15,919 - 98,872 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah, dan mahasiswa yang jarang keluar atau jarang menggunakan jasa angkutan umum yang disebut sebagai mahasiswa kontrol rata-rata sebesar  $24,58635 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah dengan kisaran  $12,473 - 57,249 \mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah.

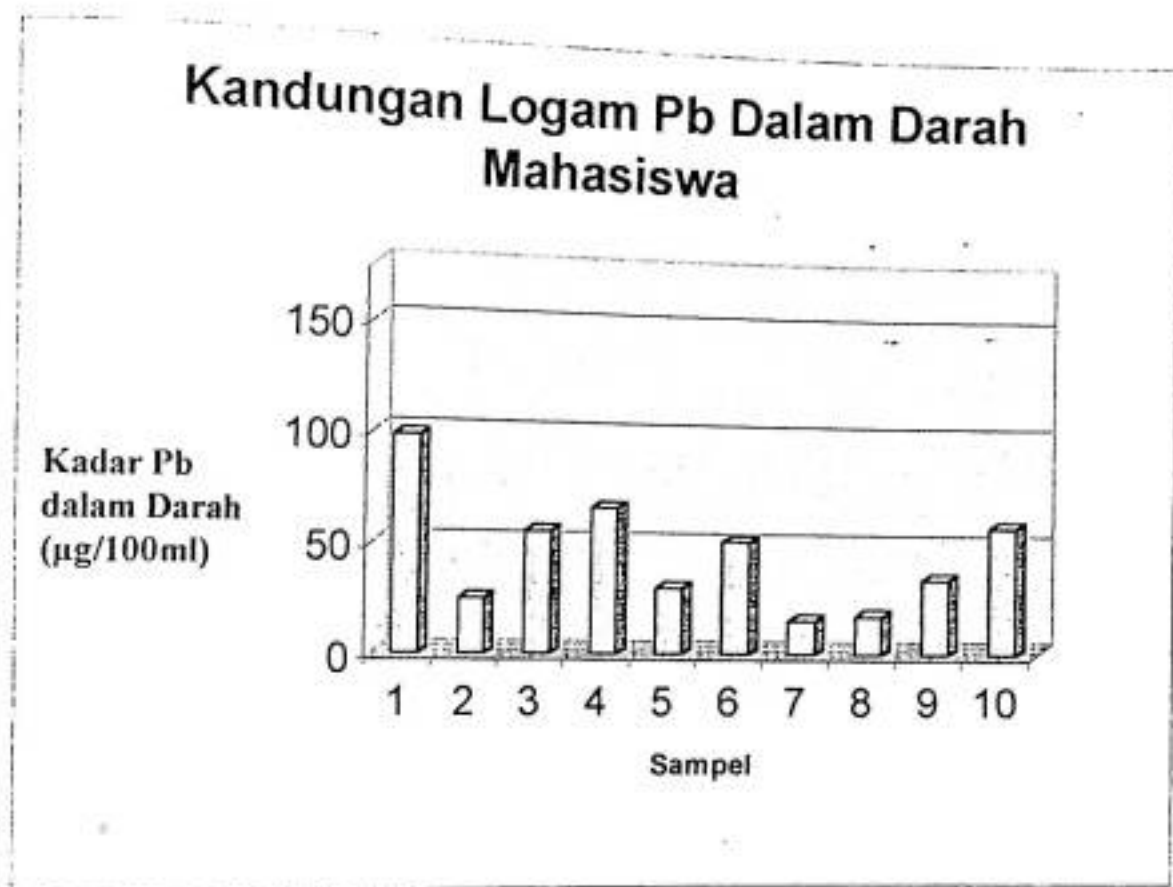
Dari hasil perbandingan di atas menunjukkan bahwa kandungan partikulat logam timbal (Pb) dalam darah baik pada sopir angkutan umum, mahasiswa yang sering menggunakan jasa angkutan umum maupun mahasiswa kontrol berada pada ambang yang memprihatinkan. Di mana kandungan partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan umum telah berada pada level telah menunjukkan kontak dengan Pb, mahasiswa yang sering menggunakan jasa angkutan umum telah berada di atas batas normal kandungan partikulat logam Timbal (Pb), sehingga dapat menimbulkan dampak kesehatan yang ringan. Sedangkan kontrol masih berada pada kadar Pb yang normal.

### Kandungan Logam Pb Dalam Darah Sopir Angkot



Gambar 4 : Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan Umum di kota Makassar.

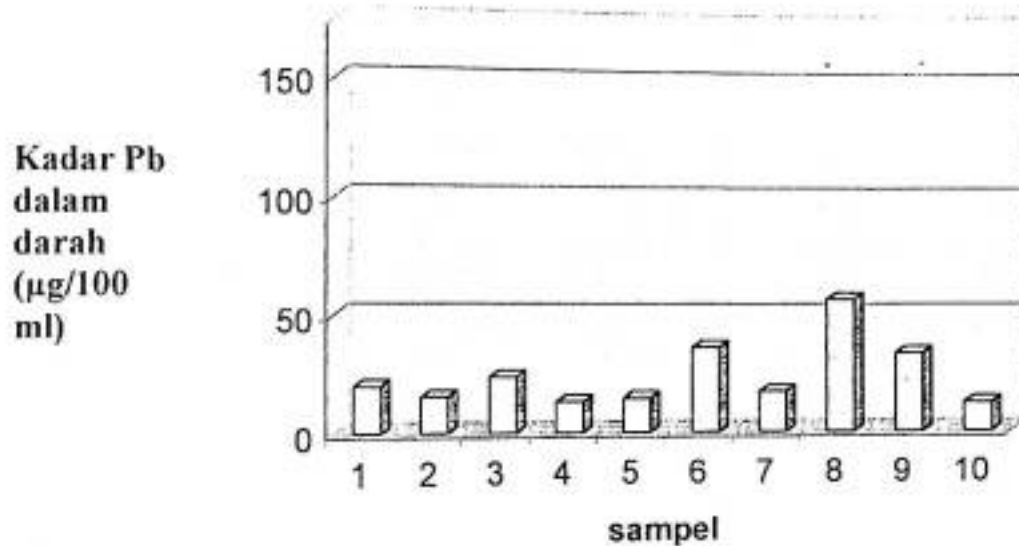
Dari diagram di atas, tampak bahwa di antara 10 sopir angkutan umum ada 8 orang sopir yang memiliki kadar partikulat logam Pb yang berada di atas batas normal. Bahkan ada beberapa sopir, yaitu sopir 1, 2, dan 4 yang memiliki kandungan partikulat logam Pb yang sangat tinggi, sehingga dapat menimbulkan penyakit yang bersifat kronik.



Gambar 5 : Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah mahasiswa di kota Makassar.

Kandungan partikulat logam Pb dalam darah 10 orang mahasiswa tersebut terdistribusi merata. Ada beberapa mahasiswa yang memiliki kadar partikulat Pb dalam darah dalam ambang batas normal yaitu 2, 4, 7, dan 8. Sisanya yaitu 1, 3, 5, 6, 9, dan 10 berada di atas ambang batas normal, bahkan mahasiswa nomor 1 memiliki kadar Pb yang sangat tinggi sehingga dapat menyebabkan penyakit yang bersifat kronik.

## Kandungan Logam Pb Dalam Darah Kontrol



Gambar 6 :Diagram kandungan partikulat Logam Timbal (Pb) dalam darah kelompok kontrol di kota Makassar.

Kelompok kontrol ini di ambil sebagai media pembandingan. Kelompok kontrol berasal dari mahasiswa yang jarang beraktivitas di pusat keramaian kota dan hirik-pikuk jalan raya. Hasil yang diperoleh bahwa hanya satu orang dari kelompok kontrol yakni nomor 8 yang memiliki kadar partikulat Pb dalam darah yang melebihi ambang batas.

Pada lampiran 7 dan lampiran 8 memperlihatkan kandungan partikulat logam timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan umum dan mahasiswa dengan mahasiswa yang jarang menggunakan jasa angkutan umum dalam hal ini jarang keluar sebagai kelompok kontrol. Dalam membandingkan kandungan Pb dalam darah

digunakan metode statistik yaitu metode non parametrik. Dari hasil analisa tersebut menyimpulkan bahwa ada perbedaan pengaruh pencemaran partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan umum di Makassar, sedangkan pada mahasiswa tidak ada perbedaan pengaruh pencemaran partikulat logam Timbal (Pb) dalam darahnya.

Dari analisa data diperoleh pula adanya korelasi antara kadar partikulat logam timbal (Pb) dalam darah sopir angkutan umum dengan lamanya bekerja. Jadi semakin lama ia bekerja maka semakin besar pula kandungan partikulat logam timbal (Pb) dalam darahnya. Berbeda dengan korelasi antara kadar partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah dengan umur baik sopir, mahasiswa, dan kontrol dengan umum di mana tidak ditemukan korelasi.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Kadar partikulat logam timbal dalam darah mahasiswa berkisar 22,068 – 168,123  $\mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah dengan rata-rata sebesar 45,74  $\mu\text{g} / 100 \text{ mL}$  darah, sehingga berada di atas ambang batas normal yang dapat memberikan dampak kesehatan yang ringan, sedangkan kadar partikulat logam timbal dalam darah sopir angkutan umum berkisar 15,919 – 98,872  $\mu\text{g} / 100 \text{ ml}$  darah dengan rata-rata sebesar 70,04  $\mu\text{g} / 100 \text{ mL}$ , sehingga juga berada di atas ambang batas normal yang dapat menunjukkan kontak dengan Pb terhadap kesehatan.
2. Terdapat perbedaan pengaruh pencemaran partikulat logam timbal dalam darah sopir angkutan umum, sedangkan pada mahasiswa tidak ada.
3. Adanya korelasi antara kadar partikulat logam timbal dalam darah sopir angkutan umum terhadap lama bekerjanya, sedangkan terhadap umur baik sopir maupun mahasiswa tidak ada korelasi.

#### B. Saran

1. Perlu adanya monitoring yang kontinyu terhadap kadar Pb yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan dan kesehatan pada masyarakat.
2. Perlunya memberikan informasi dan membudayakan penggunaan bahan bakar tanpa timbal yang ramah lingkungan.
3. Untuk kelanjutan penelitian ini lebih baik contoh diambil dari urin, guna penentuan ALA dan COPRO sebagai parameter keracunan Pb.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar Miftahul Dani, **Mencegah Bahaya Polusi Udara**. Bandung, 2002
- Anies H. dr. **Dampak polusi asap kendaraan bagi kesehatan**, Semarang, 2002.  
<http://www.suaramerdeka.com/harian/0205/11/ragam1.htm>
- Bappeda DKI Jakarta, **Program Langit Biru**, Jakarta, 2001.  
<http://www.bappedajakarta.go.id/kilas/lingkungan2.html>
- Cotton dan Wilkinson, 1989. **Kimia Anorganik Dasar**. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI-Press. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1995. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta
- Harsanto Budi. Ir. **Strategi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara Dalam Menuju Program Langit Biru**. 2001.  
<http://www.mapalaunisi.or.id/lingk/lingk2.html>
- Hawley, Gessner G., 1981, **The Condensed Chemical Dictionary-Tenth edition**, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York.
- Hendayana, S., Kadarahman, A., Sumaranna, A.A., Supriatna, A. (1994), **Kimia analitik Instrumen, Edisi I**, IKIP Semarang Press, Semarang, 3-5, 155.v
- Ifa, **Udara Bandung Kian Tercemar**, Bandung, 2003. [www.pikiran-rakyat.com](http://www.pikiran-rakyat.com)
- Kok, T., 1997, **Spektrofotometri UV-Vis : Aplikasi Kuantitatif**. Kristal No.14 /Januari, 1-66. <http://www.Sentrabd.com>.
- Mulja, M, Syahrani, A., (1990), **Aplikasi Analisis SP UV-Vis**, Mephiso Grafika, Surabaya, 13-16, 21, 26, 86-97.
- Palar, Heryanto, 1994. **Pencemaran dan Toksikologi logam berat**. Penerbit Rincka Cipta, Jakarta.

Pertamina, Unit Pembekalan dan Pemasaran Dalam Negeri VI, **Trend Bahan Bakar Untuk Masa Depan**, Balikpapan, 2001.  
<http://www.balikpapan.indo.net.id/corporate/uppdn6/trend.htm>

Prajati Arum . **Pengkajian penelitian timah - hitam (Pb) di beberapa kota padat lalu lintas di Indonesia**, Bandung, 2000.  
[http://www.menlh.go.id/pursapedal/ragam\\_keg/perpus4.htm](http://www.menlh.go.id/pursapedal/ragam_keg/perpus4.htm)

Slamet, JS. 1995. **Kesehatan Lingkungan**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

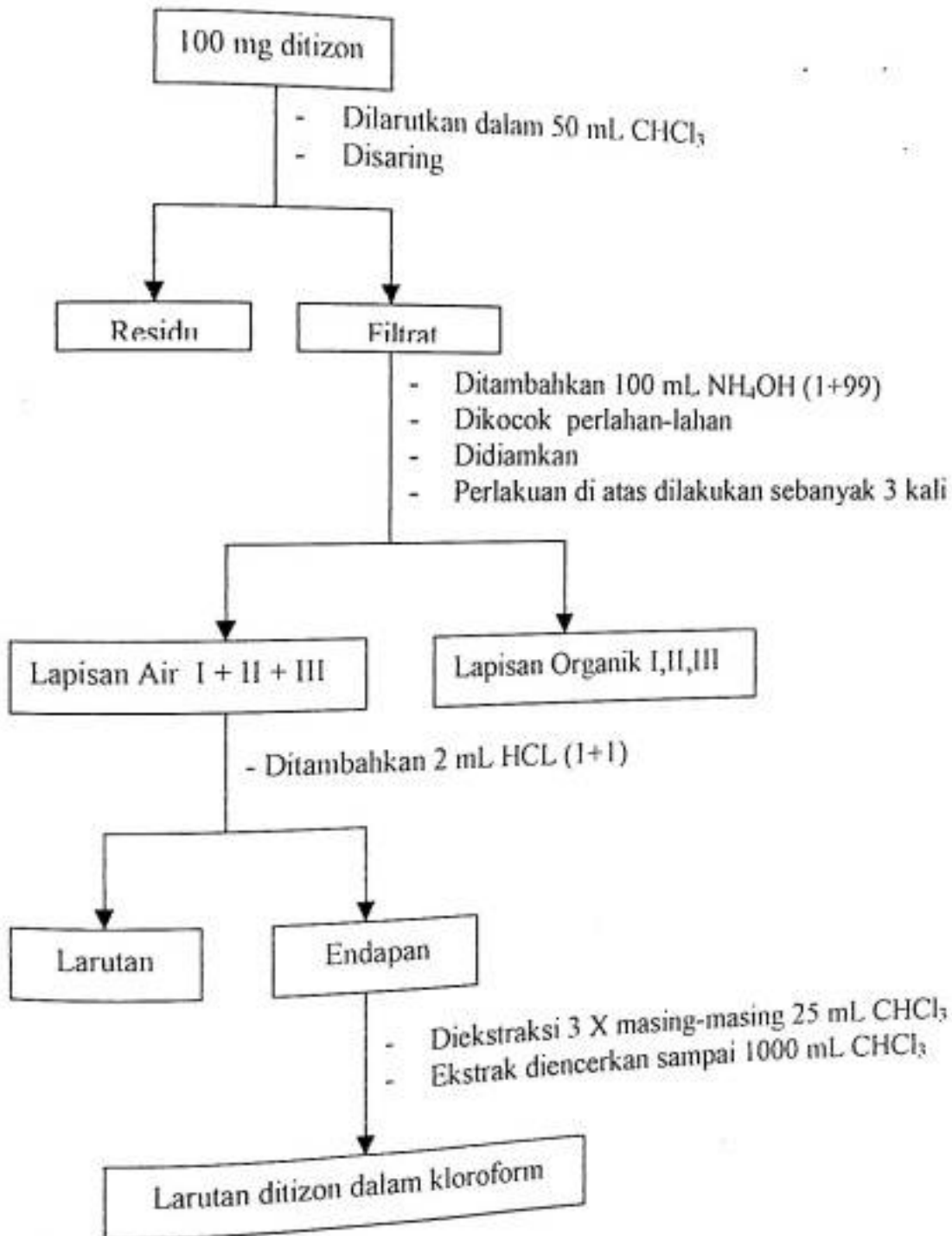
Subowo, 1992, **Histologi Umum**, Bumi Aksara, Jakarta

Suyono Hery. A . **Awat! Setan gentayangan di udara**. 2001.  
[http://www.indomedia.com/intisari/2001/juli/khas\\_airdanudara.htm](http://www.indomedia.com/intisari/2001/juli/khas_airdanudara.htm)

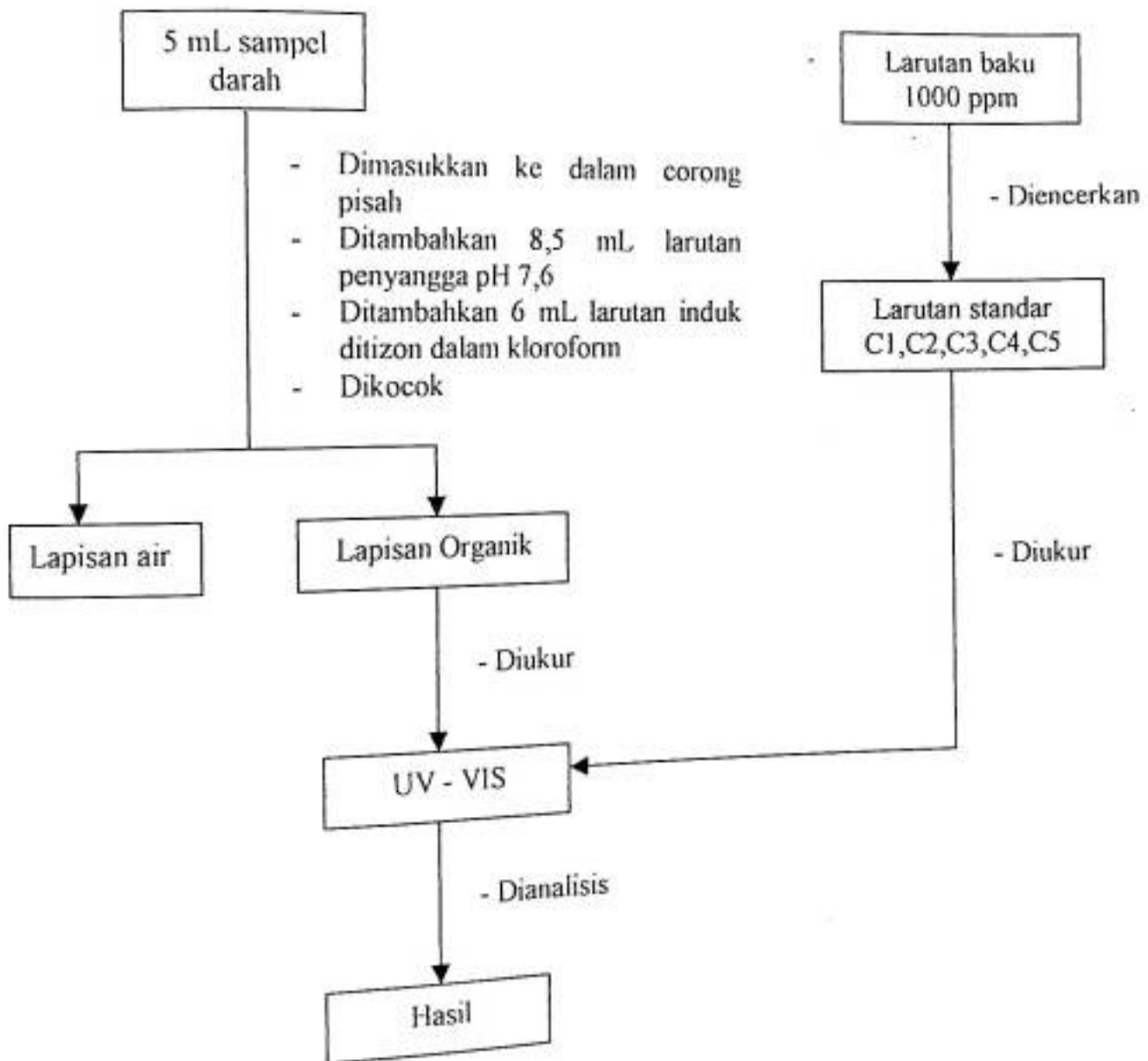
Tim Dosen FK-UH, 2002, **Diktat Hematologi**, Laboratorium Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Yudistira, **Merenda Birunya Langit Kota**, Jakarta, 1998.  
<http://www.indomedia.com/intisari/1998/januari/langit.htm>

Lampiran I : Skema pembuatan larutan induk ditizon



Lampiran 2 : Skema analisis kandungan partikulat logam Pb dalam darah





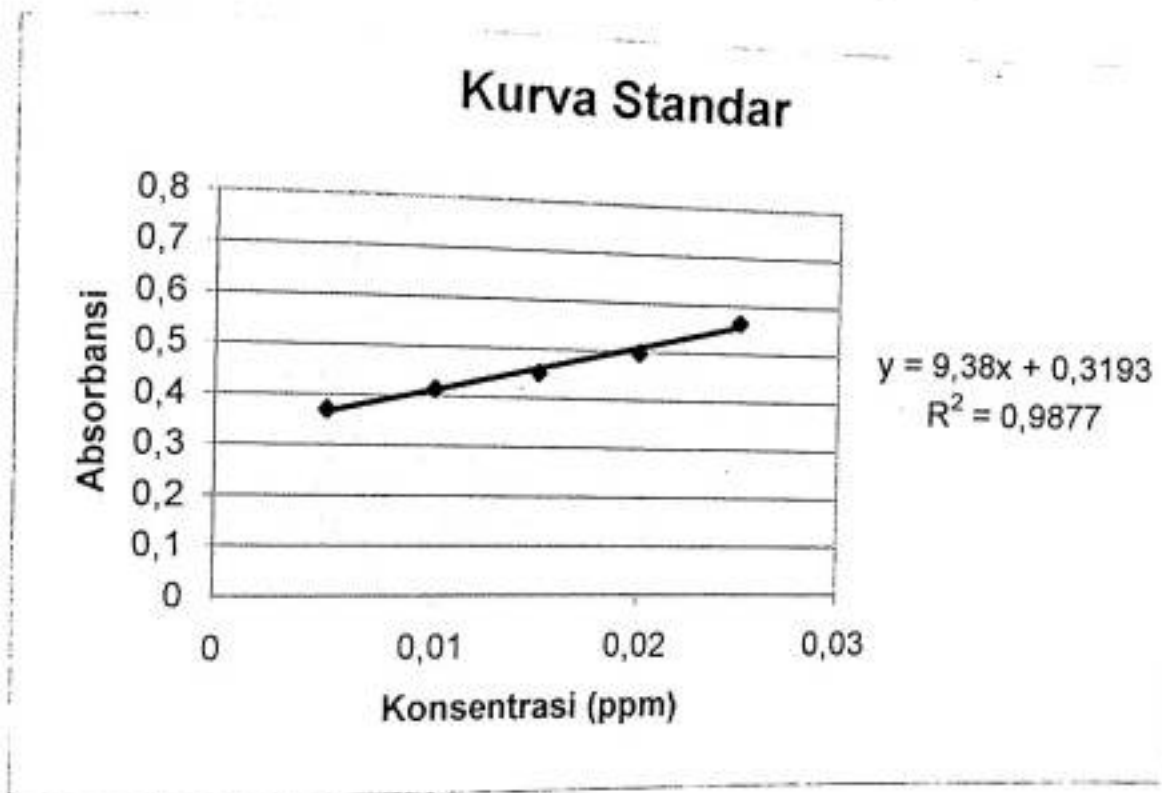
### LAMPIRAN 3 :

Data Absorbans larutan Standar  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dengan menggunakan UV-VIS pada panjang gelombang 510 nm

No	Konsentrasi (ppm)	Absorban
1	0,005	0,371
2	0,01	0,415
3	0,015	0,452
4	0,02	0,498
5	0,025	0,564

Lampiran 4.

Kurva larutan Standar  $Pb(NO_3)_2$



### LAMPIRAN 5.

Data absorban sampel darah dengan menggunakan Uv-Vis dengan panjang gelombang 510 nm

No.	Absorbansi dalam Uv - Vis		
	Sopir Angkot	Mahasiswa Terceinar	Mahasiswa Kontrol
1	0.410	0.412	0.338
2	0.429	0.343	0.334
3	0.372	0.372	0.342
4	0.477	0.382	0.332
5	0.340	0.348	0.333
6	0.370	0.368	0.353
7	0.370	0.334	0.416
8	0.344	0.336	0.336
9	0.306	0.342	0.351
10	0.378	0.375	0.331

## LAMPIRAN 6

Kandungan partikulat logam Timbal (Pb) dalam darah Sopir angkutan umum, mahasiswa tercemar, dan mahasiswa kontrol di kota Makassar dalam  $\mu\text{g} / 100$  ml.

No.	Kadar Pb dalam Darah ( $\mu\text{g}/100$ ml)		
	Sopir Angkot	Mahasiswa Tercemar	Mahasiswa Kontrol
1	96,6951	98,82729	19,93603
2	116,95096	25,26652	15,67614
3	56,18337	56,18337	24,20043
4	168,12367	66,84435	13,53945
5	22,06823	30,59701	14,60554
6	54,05117	51,91898	36,58849
7	54,05117	15,67164	17,80383
8	26,33262	17,80384	57,24947
9	43,39019	34,86141	33,79531
10	62,57996	59,38166	12,47335
<b>Rata-rata</b>	<b>70,04264</b>	<b>45,73651</b>	<b>24,58635</b>



## LAMPIRAN 7

### Uji Statistik Non Parametrik Mann-Whitney

#### NPar Tests

#### Mann-Whitney Test

Ranks				
	PENCEMAR	N	Mean Rank	Sum of Ranks
SOPIR	kontrol	10	6,70	67,00
	sopir	10	14,30	143,00
	Total	20		

#### Test Statistics<sup>b</sup>

	SOPIR
Mann-Whitney U	12,000
Wilcoxon W	67,000
Z	-2,874
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,003 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PENCEMAR

#### Interpretasi :

##### 1. Hipotesis Penelitian :

Ho = Tidak ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap Sopir Angkot

Ha = Ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap Sopir Angkot

##### 2. Kriteria Pengambilan Keputusan

Berdasarkan nilai probabilitas :

Jika probabilitas ( significant)  $> 0,05$  maka Ho diterima

Jika probabilitas ( significant)  $< 0,05$  maka Ho ditolak

##### 3. Hasil Output Test. Statistik yaitu : Test Non Parametrik : Mann-Whitney Test

Dari hasil out put terlihat Exact Signifikansi : 0,003

Artinya  $< Ho$ , maka Ho ditolak.

##### 4. Kesimpulan : Ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap Sopir angkot

## LAMPIRAN 8

### Uji Statistik Non Parametrik Mann-Whitney

#### NPar Tests Mann-Whitney Test

Ranks

	PENCEMAR	N	Mean Rank	Sum of Ranks
MHS	kontrol	10	7,60	76,00
	mhs	10	13,40	134,00
	Total	20		

Test Statistics<sup>b</sup>

	MHS
Mann-Whitney U	21,000
Wilcoxon W	76,000
Z	-2,192
Asymp. Sig. (2-tailed)	,028
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PENCEMAR

Interpretasi :

1. Hipotesis Penelitian :

Ho = Tidak ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap mahasiswa

Ha = Ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap mahasiswa

2. Kriteria Pengambilan Keputusan

Berdasarkan nilai probabilitas :

Jika probabilitas ( significant) > 0,05 maka Ho diterima

Jika probabilitas ( significant) < 0,05 maka Ho ditolak

3. Hasil Output Test. Statistik yaitu : Test Non Parametrik : Mann-Whitney Test

Dari hasil out put terlihat Exact Signifikansi : 0,029

Artinya > Ho, maka Ho diterima.

4. Kesimpulan : Tidak ada perbedaan pengaruh pencemaran Partikulat logam Pb terhadap Mahasiswa



## LAMPIRAN 9 : Data Sampel

### SOPIR

No	% CO	Lama Bekerja (tahun)	Umur (tahun)
1.	4,01	20	35
2.	4,24	15	30
3.	3,05	17	43
4.	2,94	23	41
5.	3,69	1	21
6.	3,48	10	27
7.	3,48	5	21
8.	3,76	7	23
9.	4,04	11	48
10.	3,97	10	22

### MAHASISWA

No	% CO	Umur (tahun)
1.	3,26	23
2.	4,01	23
3.	4,41	24
4.	4,40	22
5.	3,65	24
6.	3,65	21
7.	4,24	20
8.	3,30	20
9.	3,68	23
10.	3,08	23
10.	4,41	23

## KONTROL

No	% CO	Umur (tahun)
1.	3,88	20
2.	1,64	20
3.	2,83	18
4.	2,71	20
5.	2,58	21
6.	2,42	20
7.	2,66	22
8.	2,91	23
9.	3,46	24
10.	3,53	18

## LAMPIRAN 10

Korelasi antara kadar Pb ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) dalam darah terhadap lama bekerja sopir.

### Correlations

Correlations

		SOPIR	LAMAKERJ
SOPIR	Pearson Correlation	1	,827**
	Sig. (2-tailed)	.	,003
	N	10	10
LAMAKERJ	Pearson Correlation	,827**	1
	Sig. (2-tailed)	,003	.
	N	10	10

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Interpretasi :

#### 1. Hipotesis penelitian

Ho : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap sopir)

Ha : ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap sopir)

#### 2. Kriteria pengambilan keputusan

Berdasarkan korelasi Pearson : Korelasi sangat besar (0,827) terhadap sopir

Berdasarkan probabilitas (signifikansi) (2-tailed) sebesar 0,003 menunjukkan lebih kecil dari Ho (0,005) maka Ho ditolak

#### 3. Kesimpulan : Ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap lama kerja sopir)

## LAMPIRAN II

Korelasi antara kadar Pb ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) dalam darah terhadap umur sopir.

### Correlations

		SOPIR	UMUR
SOPIR	Pearson Correlation	1	,378
	Sig. (2-tailed)	.	,281
	N	10	10
UMUR	Pearson Correlation	,378	1
	Sig. (2-tailed)	,281	.
	N	10	10

Interpretasi :

1. Hipotesis penelitian

Ho : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur sopir)

Ha : ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur sopir)

2. Kriteria pengambilan keputusan

Berdasarkan korelasi Pearson : Korelasi sangat kecil (0,378) terhadap sopir

Berdasarkan probabilitas (signifikansi) (2-tailed) sebesar 0,281 menunjukkan lebih besar dari Ho (0,005) maka Ho diterima

3. Kesimpulan : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur sopir)

## LAMPIRAN 12

Korelasi antara kadar Pb ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) dalam darah terhadap umur mahasiswa.

### Correlations

		MHS	UMUR
MHS	Pearson Correlation	1	,390
	Sig. (2-tailed)	.	,266
	N	10	10
UMUR	Pearson Correlation	,390	1
	Sig. (2-tailed)	,266	.
	N	10	10

Interpretasi :

1. Hipotesis penelitian

Ho : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur mahasiswa)

Ha : ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur mahasiswa)

2. Kriteria pengambilan keputusan

Berdasarkan korelasi Pearson : Korelasi sangat kecil (0,390) terhadap mahasiswa

Berdasarkan probabilitas (signifikansi) (2-tailed) sebesar 0,266 menunjukkan lebih besar dari Ho (0,005) maka Ho diterima

3. Kesimpulan : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur mahasiswa)

## LAMPIRAN 13

Korelasi antara kadar Pb ( $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ ) dalam darah terhadap umur kontrol.

### Correlations

Correlations

		KONTROL	UMUR
KONTROL	Pearson Correlation	1	,544
	Sig. (2-tailed)	.	,104
	N	10	10
UMUR	Pearson Correlation	,544	1
	Sig. (2-tailed)	,104	.
	N	10	10

Interpretasi :

1. Hipotesis penelitian

Ho : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur kontrol)

Ha : ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur kontrol)

2. Kriteria pengambilan keputusan

Berdasarkan korelasi Pearson : Korelasi kecil (0,544) terhadap kontrol

Berdasarkan probabilitas (signifikansi) (2-tailed) sebesar 0,104 menunjukkan lebih besar dari Ho (0,005) maka Ho diterima

3. Kesimpulan : tidak ada korelasi antara kedua variabel (kadar Pb terhadap umur kontrol)



Lampiran 14 : Foto aktivitas keseharian sopir angkutan umum dan mahasiswa

