

ANALISIS KORELASI AKTIVITAS MASYARAKAT PERKOTAAN PENGGUNA KENDARAAN BERMOTOR DENGAN JUMLAH SEL DARAH MERAH YANG MENGALAMI HEMOLISIS

Titta Novianti

Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Esa Unggul
Jalan Arjuna No. 9 Tol Tomang Kebun Jeruk Jakarta 11510
titta@esaunggul.ac.id

Abstract

Air, water and soil pollution is getting higher than before and getting the thresholds that are harmful to human health. Various types of metal is now widely polluting our environment, including metal lead potentially harmful to human health. Metal Lead (Pb) is a metal that are pollutants derived from motor vehicle fuel and industrial activities. Nearly 85% of lead contamination in humans takes place through the respiratory, digestive and 14% through the remainder through the skin. Children are more easily exposed to lead than in adults. In children, lead impact on the level of intelligence, growth and hearing disorders, causes anemia and can cause attention deficit disorder and conduct disorder. As many as 30-40% of lead will be absorbed into the blood stream and 95% bound to erythrocytes. Lead is a metal substance that can poison the environment and affect the health of the human body because it can spread to the entire system in the body. Substance metallic lead coined the potential damage the protein hemoglobin in red blood cells, which causes red blood cell hemolysis. The ability of a very high chemical affinity of heavy metal elements of the hemoglobin causes heavy metals bond with hemoglobin is much easier than with oxygen. As a result, the metabolism of the cells disrupted and can cause death. Lead can also affect the activity of enzimi that play a role in the process of formation of hemoglobin (Hb) in red blood cells. Given the very dangerous metallic lead on human health because it affects the damage of cells and tissues including red blood cells, it is important to do research on how the effect of metallic lead directly on human blood samples against damage and a decrease in the number of red blood cells. Research done simply by looking at the morphology of red blood cells and the number of red blood cells which undergo hemolysis blood of 10 people masyarakarat urban population is thought to have exposed lead pollutants that cause red blood cell hemolysis. Used negative control blood samples of 10 people suspected of rural population has not been exposed to lead pollutants. Before sampling, given a questionnaire to ascertain whether the possibility of exposure to lead pollutants. Each sample was observed morphology of red blood cells as well as the count of the number of red blood cells that undergo hemolysis. Comparison test conducted two groups by using Man Whitney test, as would be obtained numerical data, non-parametric, two pairs were unrelated groups, to see whether there is any difference in the number of red blood cells that undergo hemolysis resulting from exposure to pollutants lead between the two groups.

Keywords: *Pollutants, Lead, red blood cells, hemolysis*

Pendahuluan

Sumber pencemaran yang berasal dari kendaraan bermotor memiliki kandungan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan. Pencemaran logam berat terhadap makanan dan udara semakin meningkat, sesuai dengan peningkatan penggunaan berbagai bahan tersebut dalam kehidupan manusia. Akibatnya

berbagai zat makanan dan air yang kita konsumsi, serta udara yang kita hirup mengandung zat logam, yang secara langsung masuk ke dalam tubuh (Darmono, 1990).

Demikian pula halnya dengan negara Indonesia, penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat tercatat mulai dari tahun 1996. Diperkirakan kurang

lebih sembilan juta kiloliter bahan bakar habis digunakan di jalanan pertahun, dengan tingkat pertumbuhan tahunan mencapai 7%. Dengan kata lain setiap menit di Indonesia, tak kurang dari 17.000 liter bahan bakar musnah habis terbakar menjadi asap knalpot. Menurut spesifikasi resmi Direktorat Jenderal Minyak dan Gas, kandungan maksimum timbal dalam bahan bakar yang diizinkan adalah 0,45 gram perliter. Sementara, menurut ukuran internasional, ambang batas maksimum kandungan timbal adalah 0,15 gram perliter (Ardyanto, 2010).

Pencemaran timbal hampir 85% pada manusia berlangsung melalui pernafasan, 14% melalui pencernaan dan sisanya melalui kulit. Sebanyak 30-40% timbal yang terabsorpsi akan masuk ke dalam aliran darah lalu 95% diikat oleh eritrosit. Timbal adalah zat logam yang dapat meracuni lingkungan dan berdampak kepada kesehatan tubuh manusia karena dapat menyebar ke seluruh sistem dalam tubuh. Anak-anak lebih mudah terpapar timbal dibandingkan pada dewasa. Pada anak-anak, timbal berdampak pada penurunan tingkat kecerdasan, gangguan pertumbuhan dan pendengaran, menyebabkan anemia dan dapat menimbulkan gangguan pemusatan perhatian serta gangguan tingkah laku (Sudarmadji *dkk*, 2005).

Pada orang dewasa diduga timbal dapat menimbulkan gangguan tekanan darah tinggi, serta keracunan jaringan lainnya. Setiap kenaikan kadar Pb sebesar 10 µg/dl dalam darah dapat menyebabkan penurunan IQ sebanyak 2,5 poin. Setiap paparan udara yang tercemar timbal 1 µg/m³, maka akan berpeluang terhirup dan masuk ke dalam pembuluh darah sebanyak 2,5-5,3 µg/dl. Timbal yang masuk ke dalam tubuh normalnya 0,3 mg/100cc perhari (Sudarmadji *dkk*, 2005).

Timbal sebagai logam yang bersifat polutan di udara mempunyai efek toksik yang luas pada manusia. Efek toksik yang terjadi akan mengganggu fungsi ginjal, saluran

pencernaan dan sistem syaraf. Konsentrasi timbal dalam darah orang dewasa (PbB) pada taraf 40–50 µg/100 ml mampu menghambat sintesis hemoglobin yang pada akhirnya merusak hemoglobin darah. Efek toksik timbal lainnya adalah menyebabkan terjadinya tekanan darah tinggi bahkan stress (Pratiwi, 2012).

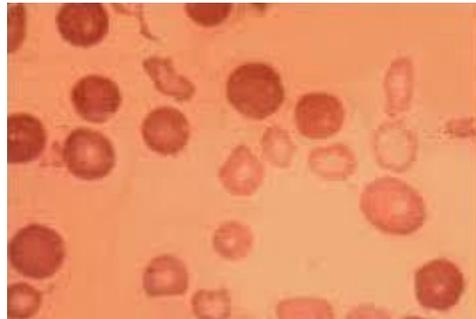
Hasil Penelitian Lestari, *dkk* (2005) pengukuran konsentrasi timbal dalam darah atau *Blood Lead Level* (BLL) pada beberapa siswa SD di Kota Bandung menunjukkan rata-rata geometris BLL anak-anak SD adalah 14,13 µg/dl (median 12.5 µg/dl, kisaran 13.38-14,89 µg/dl). Dari 400 siswa tersebut 34,5% memiliki konsentrasi timbal dalam darah <10 µg/dl dan 65,5% memiliki konsentrasi timbal dalam darah >10 µg/dl. Rata rata tertinggi ditemukan pada kelompok anak-anak yang berusia 11 tahun yaitu 17,0 µg/dl dan kelompok usia 10 tahun sebesar 14,75 µg/dl, yang terendah adalah pada kelompok usia 7 tahun yaitu 12,19 µg/dl dan sekitar 150 di antaranya kemudian secara acak mengikuti tes IQ. Hasil test menunjukkan bahwa besar kandungan timbal di dalam darah anak, memiliki hubungan terbalik terhadap point IQ yang dicapai. Artinya, bahwa semakin tinggi kadar timbal maka semakin rendah point IQ yang dimilikinya (Ardyanto, 2010).

Timbal termasuk logam berat yang terlibat dalam proses enzimatik dan mempengaruhi semua organ. Akibatnya adalah mengganggu sistem metabolisme sel Berbagai system tubuh yang dapat terganggu akibat toksisitas timbal antara lain, sistem haemopoietik; dimana timbal menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia (Davis & Cornwell, 1991).

Zat logam timbal memiliki potensi merusak protein hemoglobin di dalam sel darah merah, sehingga mengakibatkan terjadinya hemolisis sel darah merah. Kemampuan afinitas kimia yang sangat tinggi dari logam berat terhadap unsur hemoglobin

menyebabkan terjadinya ikatan logam berat dengan hemoglobin jauh lebih mudah dibandingkan dengan oksigen. Akibatnya proses metabolisme dalam sel terganggu dan dapat menyebabkan terjadinya kematian.

Timbal juga dapat mempengaruhi aktivitas enzim yang berperan dalam proses pembentukan hemoglobin (Hb) di butir darah merah (Eddie, 2005).



Sumber: Wani, 2009
Gambar 1
Hemolisis pada eritrosit

Mengingat sangat berbahayanya logam timbal terhadap kesehatan manusia karena berdampak pada kerusakan sel dan jaringan termasuk sel darah merah, maka sangatlah penting melakukan penelitian tentang seberapa jauh dampak pencemaran udara tersebut terhadap kejadian hemolisis sel darah merah dengan membandingkan antara populasi perkotaan yang banyak tercemar timbal dengan masyarakat pedesaan yang masih terlindungi pencemaran. Penelitian dilakukan secara sederhana dengan melihat morfologi sel darah merah serta jumlah sel darah merah yang mengalami hemolisis pada kedua masyarakat tersebut.

Metode Penelitian

a. Sampel penelitian

Sepuluh sampel darah dari 20 orang masyarakat perkotaan di daerah Jakarta Barat dan kota Tangerang Selatan yang berusia antara 15-50 tahun yang sering melakukan aktivitas bepergian ke luar rumah dengan kendaraan motor atau angkutan umum, atau tidak pernah melakukan kegiatan bepergian. Seluruh sampel memiliki kondisi kesehatan yang baik dan bukan perokok.

Dilakukan terlebih dahulu penyebaran questioner bagi responden dan pengisian *Informed Concern* sebagai bukti otentik kesediaan responden sebagai responden dalam penelitian ini. Jika responden menyetujui dan dari hasil kuesioner memenuhi persyaratan sebagai responden maka diambil sampel darahnya sebanyak 1 cc dan dibuat apusan darah pada kaca objektif.

a. Menghitung Eritrosit

Sampel darah apusan responden pada kaca preparat, dilakukan pewarnaan sampel darah dengan menggunakan hematoksin eosin. Dilakukan pengamatan dan penghitungan jumlah sel darah merah yang mengalami hemolisis. Dilakukan penghitungan semua eritrosit yang mengalami hemolisis pada kaca preparat yang telah dibuat apusan sampel darah ditutupi dengan kaca hitung Hemasitometer. Dilakukan penghitungan dalam 5 bidang yang tersusun dari 16 bidang kecil (misalnya ; pada keempat sudut bidang besar di tambah dengan satu bidang di bagian tengah). Luas tiap bidang kecil $1/400$ mm kuadrat, tinggi kamar hitung $1/10$ mm, sedangkan eritrosit yang dihitung dalam 5×16 bidang kamar kecil = 80 bidang kecil, yang

jumlah luasnya 1/5 mm kuadrat. Faktor untuk mendapatkan jumlah eritrosit dalam ul darah menjadi $5 \times 10 \times 200 \times n = 10.000$ (n= jumlah sel darah merah yang diamati).

Kaca preparat yang telah dibuat apusan sampel darah ditutupi dengan kaca hitung Neubauer. Semua eritrosit yang mengalami hemolisis dihitung dalam 5 bidang yang tersusun dari 16 bidang kecil (misalnya ; pada keempat sudut bidang besar di tambah dengan satu bidang di bagian tengah).

Luas tiap bidang kecil 1/400 mm kuadrat, tinggi kamar hitung 1/10 mm, sedangkan eritrosit yang dihitung dalam 5×16 bidang kamar kecil = 80 bidang kecil, yang jumlah luasnya 1/5 mm kuadrat. Faktor untuk mendapatkan jumlah eritrosit dalam ul darah menjadi $5 \times 10 \times 200 \times n = 10.000$ (n= jumlah sel darah merah yang diamati)

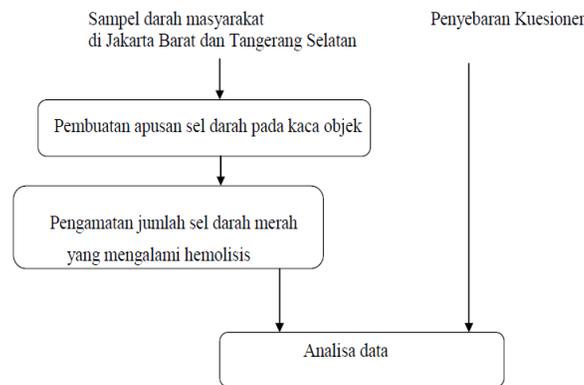
b. Uji statistika

Dilakukan uji reabilitas dan validitas hasil kuesioner dengan menggunakan metoda perhitungan secara komputasi. Hasil

penghitungan sampel berupa data numerik jumlah sel darah merah yang rusak pada kedua kelompok sampel. Digunakan uji statistic Spearman, untuk melihat ada tidaknya korelasi antara aktivitas bepergian masyarakat perkotaan menggunakan kendaraan bermotor dengan data jumlah sel darah merah yang mengalami hemolysis. Uji hipotesa Ho diterima jika tidak terdapat korelasi antara kebiasaan menggunakan kendaraan bermotor dengan jumlah sel darah merah yang mengalami hemolisis, maka H1 ditolak. Ho ditolak jika terdapat korelasi antara kebiasaan menggunakan kendaraan bermotor dengan jumlah sel darah merah yang mengalami hemolisis, maka H1 diterima

c. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan variable bebas perilaku penggunaan kendaraan bermotor masyarakat perkotaan dan variable dependennya adalah jumlah sel darah merah yang mengalami hemolysis..



Gambar 1 Rancangan Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Dari 20 orang responden penelitian terdapat 70 % memiliki kisaran usia produktif 20- 65 th, merupakan usia yang banyak memiliki aktivitas tinggi bepergian dalam melakukan berbagai hal kegiatan.

Tabel 1

Data kisaran usia responden		
Kisaran usia	usia < 20 th	20 th-65 th
Frekuensi (%)	30	70

Usia responden yang diperoleh secara acak, didapatkan usia produktif sebanyak 70%, karena pada usia tersebut merupakan

usia yang sangat dominan dalam melakukan aktivitas. Pada data jenis kelamin diperoleh persentase responden wanita 55 % dan pria 45%.

Tabel 2
Frekuensi jenis kelamin responden

Jenis kelamin	Pria	Wanita
Frekuensi (%)	45	55

Tabel 3
Frekuensi karakteristik responden

no	karakteristik responen	Frekuensi (%)		
		Ya	Tidak	Kadang-kadang
1	Setiap hari bepergian melalui jalanan yang penuh polusi kendaraan bermotor	65	35	0
2.	Jika bepergian menggunakan kendaraan umum atau kendaraan motor atau berjalan	80	20	0
3.	Jarak perjalanan memerlukan waktu sekitar lebih dari satu jam	35	65	0
4	Selalu menggunakan masker jika bepergian	35	55	10
5	Di tempat tinggalnya terdapat industri yang sennatiasa membuang limbah asapnya ke udara	5	95	0
6.	Di tempat tinggalnya sering terjadi asap dari pembakaran sampah	65	0	35
7.	Sering merasa pusing saat pulang dari bepergian	30	40	30
8.	Sering merasakan mual akibat dari polusi	75	0	25
9.	Sering merasa merasakan perih pada mata setelah bepergian	80	10	10
10.	Menderita Anemia	5	0	95
11i	Sering merasakan lelah atau lesu pada saat tiba di tempat tujuan	15	65	20
12	Sering mengalami kesulitan tidur	10	75	15
13	Sering menjadi pelupa dan sulit untuk berkonsentrasi	25	55	20
14	Sering mengalami gangguan pencernaan (sulit buang air besar dan mengalami penurunan nafsu makan)	10	0	90
15	Sering mengalami depresi tanpa sebab nyata ?	10	0	90

Para responden sebanyak 65 % setiap hari bepergian melalui jalanan yang tinggi tingkat polusi kendaraan bermotor. Para responden juga lebih banyak menggunakan kendaraan motor, angkutan umum, serta jalan kaki jika bepergian sebanyak 80 %, selebihnya menggunakan kendaraan pribadi dan bahkan jarang sekali bepergian. Jarak perjalanan yang ditempuh memerlukan waktu lebih dari satu jam, dialami oleh 35 % responden, dan hanya 35 % responden yang selalu menggunakan masker jika bepergian. Oleh karena itu beberapa di antara responden ada yang sering mengalami pusing, mual, lelah dan lesu setelah bepergian. Bahkan ada yang mengalami kesulitan tidur, menjadi pelupa dan sulit berkonsentrasi, gangguan pada organ pencernaan serta sering mengalami depresi atau stress tanpa sebab yang jelas.

Hal tersebut diakibatkan karena akumulasi zat polutan di dalam tubuh yang masuk ke dalam pembuluh darah dan sel darah merah. Hemoglobin di dalam sel darah merah memiliki daya afinitas yang lebih besar terhadap zat polutan termasuk timbal, dibandingkan dengan oksigen. Efek hematotoksisitas Pb adalah menghambat sebagian besar enzim yang berperan dalam biosintesa heme. Diantara enzim yang terlibat dalam heme, enzim α aminolevulinik acid dehydrogenase (α -ALAD) dan ferrochelataase termasuk enzim yang paling rentan terhadap efek penghambatan Pb. Akibatnya sel darah merah akan sulit mengikat oksigen, sehingga di berbagai jaringan akan mengalami kekurangan oksigen dan menghambat proses metabolisme sel dan jaringan.

Pada hasil analisa univariate jumlah sel darah merah yang mengalami hemolysis, diperoleh hasil pada beberapa responden mengalami hemolysis sel darah merah sejumlah 20000-65000/cc darah. Angka ini cukup tinggi, karena standar kedokteran kurang dari 41% pada pria atau 36 % pada wanita tergolong anemia dari seluruh jumlah sel darah merah 200000-400000.

Tabel 4
Jumlah sel darah merah responden yang mengalami hemolysis

No	Nama	Usia	Jenis Kelamin	Jumlah sel darah merah hemolysis
1	A	45 th	P	25 x 1000
2	B	38 th	P	33 x 1000
3	C	19 th	L	56 x 1000
4	D	19 th	L	45 x 1000
5	E	23 th	P	17 x 1000
6	F	49 th	L	50 x 1000
7	G	18 th	L	35 x 1000
8	H	17 th	L	20 x 1000
9	I	40 th	P	5 x 1000
10	J	47 th	P	8 x 1000
11	K	36 th	P	10 x 1000
12	L	38 th	P	12 x 1000
13	M	20 th	L	40 x 1000
14	N	38 th	L	13 x 1000
15	O	36 th	P	14 x 1000
16	P	36 th	P	25 x 1000
17	Q	32 th	P	12 x 1000
18	R	35 th	P	35 x 1000
19	S	19 th	L	40 x 1000
20	T	19 th	L	42 x 1000

Uji bivariate kebiasaan berkendara bermotor dan jumlah sel darah merah yang mengalami hemolysis, diperoleh hasil uji statistika dengan menggunakan uji Spearman diperoleh hasil sebesar 0,828 pada nilai sig 0,000 yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat korelasi antara aktivitas bepergian masyarakat perkotaan dengan menggunakan kendaraan bermotor dengan jumlah sel darah merah yang mengalami hemolysis. Hal tersebut menunjukkan bahwa menggunakan kendaraan motor atau angkutan atau jalan kaki pada jalanan yang memiliki tingkat polusi tinggi memiliki kemungkinan tercemarnya tubuh oleh zat polutan asap kendaraan. Zat polutan tersebut berpotensi menyebabkan kerusakan pada sel darah merah yang dapat menyebabkan hemolysis.

Tabel 5
Hasil uji statistika uji korelasi Spearman

Karakteristik	Bepergian dan tidak bepergian	Jumlah sel darah merah
Bepergian dan tidak bepergian	Uji korelasi	1,00
Jumlah sel darah merah hemolysis	Sig (2 tailed) Uji korelasi	0,828
	Sig (2 tailed)	0,00
		1,00

Hal tersebut mungkin juga didukung oleh perilaku responden yang menempuh perjalanan lebih dari satu jam dan tidak menggunakan masker. Tingginya polutan dari asap kendaraan bermotor akan terakumulasi di dalam sel tubuhnya termasuk sel darah yang terhirup melalui system pernafasan sehingga mengakibatkan kuatnya logam Pb dalam zat polutan ini menghambat enzim pembentukan heme sehingga sel darah mengalami hemolysis.

Sel-sel darah merah merupakan suatu bentuk kompleks khelat yang dibentuk oleh logam Fe (besi) dengan gugus haemo dan globin sintesa dari kompleks tersebut melibatkan 2 enzim, yaitu enzim ALAD (*Amino Levulinic Acid Dehidrase*) atau asam amino levulinat dehidrase dan enzim ferrokhelatase. Enzim ALAD adalah enzim jenis sitoplasma. Enzim ini akan bereaksi secara aktif pada tahap awal sintesa dan selama sirkulasi sel darah merah berlangsung. Sistem hematopoetik sangat peka terhadap efek Pb. Efek hematotoksitas Pb adalah menghambat sebagian besar enzim yang berperan dalam biosintesa heme. Diantara enzim yang terlibat dalam heme, enzim α aminolevulinik acid dehydrogenase (α -ALAD) dan ferrokhelatase termasuk enzim yang paling rentan terhadap efek penghambatan Pb. Sedangkan enzim α aminolevulinic acid synthetase (α -ALAS) uroporphyrinogen decarboxylase (UROD) dan coproporphyrinogen oxidase (COPROD)

tidak begitu peka terhadap penghambatan Pb (Ardyanto, 2010).

Inhibisi pada α -ALAD berhubungan dengan konsentrasi Pb dalam darah. Hampir 50% aktivitas enzim ini dihambat pada kadar Pb darah 15 ug/dl. Namun efek yang paling berperan adalah hambatan pada reaksi enzimatik terakhir dalam sintesis heme, dimana ferrochelatase mengkatalisis penggabungan besi ferro ke dalam cincin heme. Inhibisi pada ferrochelatase mengakibatkan akumulasi *free erythrocyte protoporphyrin* (FEP) atau *zinc-protoporphyrin* (ZPP) dan *coproporphyrin* dalam urine (Ardyanto, 2010).

Selain melalui inhibisi pada sintesis heme, anemia yang terjadi pada keracunan Pb juga disebabkan adanya destruksi eritrosit atau dikenal dengan anemia hemolitik. Anemia hemolitik yang terjadi karena keracunan Pb disebabkan oleh singkatnya masa hidup eritrosit. Patogenesis terjadinya hemolisis pada keracunan Pb diperkirakan berhubungan dengan inhibisi pada *pyrimidine-5' nucleotidase*. Defisiensi enzim ini secara hereditair ditandai dengan *basophilic stippling* pada eritrosit, hemolisis kronik, dan akumulasi nukleotida pirimidin di intraeritrosit. Nukleotida pirimidin ini berkompetensi dengan nukleotida adenin pada sisi aktif kinase pada *glycolytic pathway* yang mengubah stabilitas membrane sel darah merah. Defisiensi enzim yang disebabkan oleh Pb dan penemuan klinis yang ditemukan sama dengan kelainan hereditair karena defisiensi enzim *pyrimidine-5' nucleotidase*, oleh karenanya keracunan Pb yang berat dihubungkan dengan penyakit hereditair ini (Ardyanto, 2010).

Kesimpulan

1. Karakteristik perilaku masyarakat perkotaan dari 20 sampel responden yang tinggal di wilayah kota Jakarta Barat dan Tangerang Selatan, menunjukkan perilaku 65 % bepergian setiap hari melintasi jalan

yang berpolusi dan 55% tidak menggunakan masker, 80 % selalu menggunakan motor, angkutan umum atau berjalan kaki,

2. Sel darah merah yang mengalami hemolisis pada responden yang setiap hari bepergian cukup tinggi berkisar antara 25000-65000 sel/cc darah. Berdasarkan ilmu kedokteran min 41 % pada laki-laki dan 36 % pada wanita sel darah mengalami hemolisis dari 200000-650000 sel darah merah/cc
3. Uji statistic dengan menggunakan uji Spearman, menunjukkan tingkat korelasi yang kuat sebesar 0,828 dengan tingkat sig 0,00, menunjukkan uji Ho ditolak maka dapat disimpulkan adanya korelasi kuat antara aktivitas bepergian setiap hari dengan jumlah sel darah yang mengalami hemolisis.

Daftar Pustaka

- Ardyanto, D. 2010. Deteksi Pencemaran Timah hitam Dalam Darah Masyarakat yang Terpajan Timbal (Plumbum). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2, no 68 1.
- Darmono. 1995. *Logam dalam sistem biologi makhluk hidup*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. UI-Press
- Davis ML, Cornwell DA. 1991. *Introduction to environmental engineering*. Second edition. New York. Mc-Graw-Hill, Inc. hlm.822.
- Eckenfelder WW. 1989. *Industrial water pollution control*. Second edition. New York. McGraw-Hill, Inc. hlm. 400
- Eddie, W.S. 2005. Limbah B3 dan Kesehatan. <http://www.dinkesjatim.go.id/images/info/200504121503 - LIMBAH%20B-3.pdf>. 8 April 2013.

- Hartadi, D., Sumardi, & R. Isnanto. 2004. Simulasi Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah. *Transmisi*. Vol 8 (2) : 1-6
- Pratiwi, L. 20012. Perbedaan Kadar Hemoglobin Darah Pada Kelompok Polisi Lalu Lintas Yang Terpapar dan Tidak Terpapar Timbal di Wilayah Polres Jakarta Selatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 1 (2).
- Siregar, E.B., 2005. Pencemaran Udara, Respon Tanaman, dan Pengaruhnya Pada Manusia. *e USU repository*
- Sudarmaji, J. Mukono & Corie I.P. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2 no. 2 Januari 42 : 129 -142
- Warni, E. 2009. Penentuan Morfologi sel Darah Merah (Eritrosit) berbasis Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Elektrikal Enjinirring*. Vol 7 (04).