

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI BENZENA DITEMPAT
KERJA TERHADAP KADAR FENOL
DALAM URINE TENAGA KERJA
BENGKEL RUMBIA JAYA
MAKASSAR**

**ANALYSIS OF THE EFFECT BENZENE CONCENTRATION
IN WORKING PLACE ON FENOL LEVEL URINE
OF THE WORKERS AT BENGKEL RUMBIA JAYA MAKASSAR**

SRI SADRYANI



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI BENZENA
DITEMPAT KERJA TERHADAP KADAR FENOL
DALAM URINE TENAGA KERJA
BENGKEL RUMBIA JAYA
MAKASSAR**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai Gelar Magister

Program Studi

Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

SRI SADRYANI

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : SRI SADRYANI

Nomor Mahasiswa : P1801205013

Program studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atau perbuatan tersebut.

Makassar, November 2007

Yang menyatakan

SRI SADRYANI

TESIS

ANALISIS PENGARUH KONSENTRASI BENZENA DI TEMPAT KERJA
TERHADAP KADAR FENOL DALAM URINE TENAGA KERJA
BENGKEL RUMBIA JAYA MAKASSAR

Disusun dan Diajukan oleh :

SRI SADRYANI

Nomor Pokok : P1801205013

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 12 Maret 2008
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Dr. dr.H. Muhammad Syafar, M.S

Ketua

Ketua Program Studi
Ilmu Kesehatan Masyarakat,

Prof. Dr. H. A. Wahid Wahab, M.Sc

Anggota

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Dr. drg.H. Andi Zulkifli Abdullah, M.S

Prof.Dr.dr.A. Razak Thaha, M.Sc

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin segala puji bagi Allah, karena rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tesis ini dapat selesai.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari hasil pengamatan penulis terhadap pekerja yang melakukan pengecatan pada bengkel duco yang terpajan oleh Benzena terutama pada ruangan tertutup. Pada umumnya pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang sesuai dengan pekerjaannya ataupun menggunakan alat pelindung diri namun tidak dapat melindungi pekerja sepenuhnya karena kualitas yang tidak memadai dan ketidakcocokan alat pelindung diri dengan pekerja. Kondisi ini mengakibatkan pekerja terpajan oleh berbagai bahan kimia dilingkungan kerja yang akan berdampak pada derajat kesehatan pekerja yang akan memberikan kerugian bagi pengusaha dan pekerja itu sendiri. Penulis bermaksud memberikan beberapa masukan untuk mengendalikan paparan Benzena di tempat kerja khususnya pada pengecatan sehingga kesehatan pekerja tetap optimal.

Banyak kendala yang dihadapi penulis dalam rangka penyusunan tesis ini berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini selesai pada waktunya.

Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada **Dr. dr. H. Muhammad Syafar, M.S.** sebagai Ketua Komisi Penasehat dan **Prof. Dr. H. A. Wahid Wahab, MSc.** Sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang diberikan mulai dari

pengembangan minat permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitiannya sampai dengan penulisan tesis ini. Semoga dengan segala bimbingan dan arahan yang diberikan akan mendapatkan balasan dari Allah Swt, Amin.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. **Drs. Sudirman Makalalag, BE (Alm)** selaku mantan Kepala Balai Besar K3 Makassar dan **Ir. T.Saut P.Siahaan, MKes** selaku Plt Kepala Balai Besar K3 Makassar yang telah memberikan kesempatan dan izin pendidikan kepada penulis untuk bisa melanjutkan pendidikan.
2. **Prof. Dr. dr. Razak Thaha, M.Sc,** selaku **Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin** yang telah menerima Penulis untuk bisa melanjutkan pendidikan pada Program Studi Kesehatan Masyarakat.
3. **Prof. Dr. Rafael Djajakusli, MOH, Dr. Ambo Upe, DEA** dan **dr. H. Hasanuddin Ishak, M.Sc, Ph.D** selaku penguji yang telah memberikan arahan, koreksi dan masukan sehingga tesis ini dapat lebih sempurna.
4. **Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat, Ketua Konsentrasi Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja** dan seluruh Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan begitu banyak ilmu kepada Penulis selama proses perkuliahan.

5. **Pimpinan Bengkel Rumbia Jaya dan karyawan** yang telah menerima penulis untuk melakukan penelitian pada lingkungan kerja Bengkel Rumbia Jaya.
6. Seluruh teman-teman di Program Studi Kesehatan Masyarakat khususnya Angkatan 2005 Konsentrasi Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja yang telah bekerja bersama-sama selama proses perkuliahan.
7. Terkhusus Penulis sampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada suami tercinta **Ir. S. Suhendar** yang telah memberikan dukungan moril penulis, untuk menyelesaikan pendidikan.
8. Rasa hormat dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis kepada **Ayahanda Almarhum H. Baning B.Patara** dan **Ibunda Almarhumah Hj.Mantasiah** yang telah melahirkan dan membesarkan penulis dengan kasih sayang.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini, semoga apa yang telah diberikan bernilai ibadah dan mendapatkan balasan dari Allah, Swt.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan.

Makassar, November 2007

Penulis

SRI SADRYANI

ABSTRAK

SRI SADRYANI *Analisis Pengaruh Konsentrasi Benzena di Tempat Kerja Terhadap Kadar Fenol dalam Urine Tenaga Kerja Bengkel Rumbia Jaya Makassar*

(dibimbing oleh Muhammad Syafar dan H. A. Wahid Wahab.)

Benzena dalam tubuh dapat mengakibatkan gangguan system saraf pusat, gangguan hematologi. dengan organ sasaran adalah sumsum tulang. Benzena banyak digunakan di bengkel duco sebagai pelarut, karna sifatnya yang cepat larut terhadap cat. Pekerja pada penyemprotan (duco) mempunyai resiko tinggi terpapar oleh benzena.

Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor – faktor masa kerja, lama paparan, ventilasi, respirator dan faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine tenaga kerja.

Penelitian dilaksanakan di Bengkel Rumbia Jaya Makassar bersifat observasional dengan menggunakan metode cross-sectional dengan melakukan wawancara kepada pekerja, pengukuran konsentrasi Benzena di tempat kerja, dan pengambilan sampel urine pekerja. Pengambilan sampel dilakukan dengan proportional random sampling. Data dianalisis dengan cara univariat, bivariat dan multivariat. Sedangkan uji statistik menggunakan Chi-square.

Hasil penelitian konsentrasi benzena terhadap kadar fenol dalam urine ditemukan pada : **(1)** masa kerja baru (≤ 1 tahun) keracunan 0%, normal 6,7% dan masa kerja lama (> 1 tahun) keracunan 30%,normal 63,3% **(2)** lama paparan (lama) keracunan 30%,normal 26,7%, dan (kurang) keracunan 0 %, normal 43,3% **(3)** Keracunan ringan 26,6%, keracunan sedang 3,33 %. Hasil tersebut menunjukkan ada pengaruh antara konsentrasi benzena terhadap kadar fenol dalam urine. Ada pengaruh antara masa kerja, lama paparan, ventilasi terhadap kadar fenol dalam urine. Hasil uji multivariat, variabel masa kerja dan lama paparan mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap kadar fenol dalam urine daripada variabel lainnya.

Saran pada perusahaan diharapkan melakukan pengendalian terhadap kondisi lingkungan kerja, dan penggunaan APD pada pekerja. Bagi instansi yang terkait untuk melakukan pengawasan, pembinaan dan menegakkan aturan dan perundangan dibidang ketenagakerjaan khususnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Kata Kunci : Konsentrasi Benzena, Kadar Fenol

ABSTRAK

SRI SADRYANI *An Analysis of the Effect of Benzene Concentration in Working Place on Fenol Level in Urine of the Workwers at Bengkel Rumbia Jaya Makassar (supervised by H. Muhammad Syafar and H.A. Wahid Wahab)*

Benzene in the body can cause central nervous system disorder, hematology disorder and target is bone marrow. Benzene is used widely at the painting workshop as dissolvent since it is easily dissolved in paint. Workers who work at the workshop using spray paint have a high risk to benzene.

The aim of the study was to analyze factors such as work experience, duration of spraying, ventilation, respirator and the most dominant factor affecting the fenol level in the urine of the workers.

The study was conducted at Bengkel Rumbia Jaya in Makassar. The study was observational using cross sectional by interviewing the workers, measuring benzene concentration at working place, and taking urine samples of workers. The selection of samples was done by proportional random sampling. The data were analyzed by using univaried, bivariate, multivariate, and chi square analyses.

The study benzene concentration in phenol level urine result that : **(1)** the new employment duration (≤ 1 year) have poisoning 0 %, normal 6,7 % and the old employment duration (> 1 year) have poisoning 30 %, normal 63,3 % **(2)** duration of spraying (long time) have poisoning 30%, normal 26,7 % and (short time) have poisoning 0%, normal 43,3% **(3)** mild poisoning 26,6%, moderat poisoning 3,33%. The study indicates that benzene concentration, spraying duration and ventilation have an effect on fenol level in the urine. The most dominant factor affecting fenol levels in the urine are duration of employment and duration of spraying.

It is recommended that control in working environment be done and use of APD for the workers. Related institution is hoped to control, guide, and enforce rulers and legislation on matters pertaining to manpower especially occupational health and Safety.

Keywords : Benzene Concentration, Fenol Level

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum Tentang Benzena	6
B. Pengaruh Paparan Benzena Terhadap Kesehatan	8
Pekerja	

C. Faktor-Faktor yang mempengaruhi terjadinya keracunan Benzena	16
D. Diagnosa Keracunan Benzena	19
E. Mekanisme benzena dalam Tubuh Manusia	20
F. Faktor-Faktor Resiko yang Berhubungan dengan Konsentrasi Benzena terhadap pekerja	22
G. Kerangka Teori	24
H. Kerangka Konseptual	26
I. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif	28
J. Hipotesis Penelitian	30
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis dan Desain Penelitian	31
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	31
C. Populasi dan Sampel	32
D. Cara Pengumpulan Data	33
E. Metode Pemeriksaan dan Pengukuran	34
F. Pengolahan Data	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	37
B. Hasil Penelitian	39
C. Pembahasan Hasil Penelitian	48
BAB V PENUTUP	55
A. Kesimpulan	55

B. Saran

55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

nomor	halaman
1. Gejala- Gejala Pada Pemaparan Akut	12
2. Distribusi responden menurut tingkat umur karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	39
3. Distribusi responden menurut tingkat pendidikan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	40
4. Distribusi responden menurut masa kerja karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	40
5. Distribusi responden menurut lama paparan karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	41
6. Distribusi responden menurut ventilasi karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	41
7. Distribusi pemakaian respirator karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	42
8. Hasil Pengukuran Konsentrasi Benzena pada unit kerja Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	43
9. Hasil Uji Kadar Fenol dalam urine karyawan Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	43
10. Pengaruh Konsentrasi Benzena terhadap Kadar Fenol dalam Urine responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar 2007	44
11. Pengaruh Masa Kerja dengan kadar fenol dalam urine Responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	44

12.	Pengaruh lama paparan dengan kadar fenol dalam urine Responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	45
13.	Pengaruh ventilasi dengan kadar fenol dalam urine Responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	46
14.	Pengaruh Alat Pelindung Diri dengan kadar fenol dalam urine Responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	47
15.	Pengaruh masa kerja, lama paparan, ventilasi, alat pelindung diri, dan konsentrasi Benzena Responden Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	47

DAFTAR GAMBAR

nomor		halaman
1.	Jalur Metabolisme Benzena	10
2.	Proses Absorpsi, Distribusi dan Ekskresi Racun Kimia Dalam Tubuh	21

DAFTAR LAMPIRAN

nomor		halaman
1.	Permohonan Izin Penelitian di Bengkel Rumbia Jaya Makassar	60
2.	Concent Form	61
3.	Surat Keterangan Pengukuran dan Pemeriksaan	64
4	Hasil Pengukuran Konsentrasi Benzene Lingkungan Kerja Bengkel Rumbia Jaya Makassar Tahun 2007	65
5	Pengukuran Kadar Fenol Urine Tenaga Kerja Bengkel Rumbia Jaya Tahun 2007	66
6	Master Tabel Penelitian	67
7	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Umur	68
8.	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Masa Kerja	68
9	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Konsentrasi Benzene	69
10	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Kadar Fenol dalam Urine	69
11	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Lama Paparan	70

12	Output Statistik SPSS 14, Distribusi Responden Menurut Ventilasi	70
13	Output Statistik SPSS 14, Hubungan Antara Konsentrasi Benzena dengan Kadar Fenol dalam Urine	71
14	Output Statistik SPSS 14, Hubungan Antara Masa Kerja Dengan Kadar Fenol dalam Urine	72
15	Statistik SPSS 14, Hubungan Antara Lama Paparan Dengan Kadar Fenol dalam Urine	73
16	Output Statistik SPSS 14, Hubungan Antara Ventilasi Dengan Kadar Fenol dalam Urine	73
17	Output Statistik SPSS 14, Uji Multivariat Antara Masa Kerja, Lama Paparan, Ventilasi	74
18	Struktur Organisasi Bengkel Rumbia Jaya Makassar	77

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
APD	Alat Pelindung Diri
bds	Bagian dalam sejuta
°C	Derajat Celcius
Ca	Calsium
Mg	Magnesium
ml	Milliliter
mg	Milligram
Na	Natrium
No.	Nomor
K	Kalium
NAB	Nilai Ambang Batas
NIOSH	National Institute Occupational Safety and Health
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

SE

Surat Edaran

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keberadaan industri dalam suatu negara dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat yang ditandai dengan peningkatan lapangan kerja, tetapi dilain pihak dapat mendatangkan kerugian yang diakibatkan oleh proses dalam industri. Jika dalam penggunaan dan pengolahan bahan - bahan untuk proses industri kurang tepat akan menimbulkan dampak negatif bagi tenaga kerja berupa pemajanan oleh bahan – bahan yang berbahaya dan dapat mengganggu kesehatan tenaga kerja.

Penggunaan berbagai jenis bahan ini akan memberikan dampak negatif bagi pekerja terkait efek bahan kimia terhadap kesehatan pekerja jika tidak dikendalikan dengan baik di tempat kerja. Banyaknya bahan kimia yang digunakan tidak dibarengi dengan upaya pengendalian bahan kimia di tempat kerja karena kurangnya pengetahuan akan efek bahan kimia terhadap pekerja.

Salah satu dari jenis bahan kimia yang mempunyai pengaruh terhadap kesehatan tenaga kerja dan yang banyak dipakai dalam proses industri adalah benzena.

Benzena adalah salah satu pencemar yang diketahui memiliki sifat toksik baik bagi tenaga kerja maupun lingkungan. Benzena adalah suatu senyawa kimia organik aromatik yang merupakan persenyawaan hidrokarbon yang bersifat tidak larut dalam air, larut baik dalam alkohol dan eter. Benzena merupakan pelarut organik yang baik untuk cat, tinta, karet, resin, dan vernish. Didalam industri, benzena digunakan sebagai bahan bakar, sebagai reagent kimia dan sebagai pelarut (ASTDR, 2005).

Beberapa jenis perusahaan di Indonesia yang menggunakan benzena dalam proses produksinya antara lain pada industri percetakan, pengecatan otomotif, pabrik cat, dan industri petrokimia tertentu.

Benzena adalah bahan kimia yang mempunyai daya absorpsi ke dalam tubuh sangat tinggi, menghirup udara yang mengandung benzena 10 - 16 mg/liter selama 5 menit, 79,8 – 84,77% dari total benzena yang terhirup diabsorpsi oleh tubuh, sedangkan menghirup uap benzena secara intermiten, 56 – 66% benzena yang terhirup diabsorpsi oleh tubuh (Clayton, 1991).

Melihat dari penggunaannya yang sangat luas dalam dunia industri dan perkembangan yang pesat dalam sampling udara, ditambah terhadap fakta bahwa benzena meracuni darah (hemato-toksik), maka nilai ambang batas benzena ditekan terus menerus. (Satmoko, 2004).

Dalam hal ini, permasalahan khusus timbul karena benzena dapat menimbulkan gangguan kesehatan terhadap organ susunan syaraf pusat, sistim hematologis, fungsi hati/ ginjal, dan mempunyai resiko timbulnya

leukemia dikemudian hari akibat sering terpajan senyawa benzena dalam waktu yang lama (Caroline Wijaya,1993).

Pada penelitian secara retrospektif (1973 – 1982), didapatkan 14 kematian oleh karena leukemia, 8 diantaranya adalah tipe sel Acute Myeloid Leukimia (AML), Riwayat pekerjaan orang-orang yang meninggal ini adalah potensial terpapar benzena disebabkan pekerjaan dari berbagai industri (Clayton, 1991, NIOSH, 2004).

Benzena oleh Departemen Kesehatan Amerika Serikat digolongkan sebagai bahan karsinogen pada manusia yang perlu diantisipasi. EPA (Enviromental Protection Agency) menetapkan bahwa benzena sebagai bahan karsinogen pada manusia. dari hasil penelitian pada manusia dan binatang. (ATSDR, 2005).

Di Indonesia data jumlah kasus keracunan benzena pada tahun 1980 terhadap tenaga kerja laki-laki usia 18 – 55 tahun, telah terpapar benzena rata – rata 26,7 ppm masa kerja lebih dari 2 tahun, didapatkan perubahan yang bermakna pada kadar hemoglobin, jumlah leukosit, jumlah trombosit (Buraena, 1994).

Berdasarkan hasil pengujian dari Balai Besar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Makassar Tahun 2000, kadar benzena dalam ruang kerja dari 4 perusahaan dengan jumlah lokasi pengukuran 7 lokasi seratus persen (100%) telah melebihi Nilai Ambang Batas dan hasil pemeriksaan kadar fenol dalam urine tenaga kerja yang terpajan benzena dari 58 orang tenaga kerja yang diperiksa 18 orang (31,03%) diantaranya telah mengalami keracunan.

Dan berdasarkan hasil penelitian tersebut diatas, tenaga kerja yang paling banyak mengalami keracunan adalah tenaga kerja pada bengkel Rumbia Jaya, 40 % mengalami keracunan, sebagai bengkel karoseri yang menggunakan benzena sebagai pelarut cat .

B. Rumusan Masalah

Benzena merupakan unsur yang berbahaya bagi pekerja dan masyarakat. Pada bengkel khususnya penyemprot cat (duco), pekerja banyak kontak dengan bahan kimia benzena sebagai pelarut

Dari uraian diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana hubungan antara konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine pekerja.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui konsentrasi benzena ditempat kerja dan efeknya terhadap kadar fenol dalam urine tenaga kerja Bengkel Rumbia Jaya Makassar

2. Tujuan Khusus

- a Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine

- b Untuk mengetahui pengaruh masa kerja terhadap kadar fenol dalam urine.
- c Untuk mengetahui pengaruh lama paparan terhadap kadar fenol dalam urine.
- d Untuk mengetahui pengaruh penggunaan ventilasi terhadap kadar fenol dalam urine.
- e Untuk mengetahui hubungan penggunaan alat pelindung diri terhadap kadar fenol dalam urine.
- f Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine.

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan masukan bagi instansi terkait seperti Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Propinsi Sulawesi Selatan untuk melakukan pengawasan dan pembinaan di industri yang menggunakan benzena.
2. Sebagai bahan masukan pihak perusahaan untuk melakukan pengendalian benzena di tempat kerja sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi pekerjaanya.
3. Merupakan pengalaman peneliti dalam mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki baik teori maupun praktek
4. Sebagai bahan masukan dan acuan bagi peneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Benzena

Benzena (benzol, sikloheksantrin) merupakan senyawa kimia dengan nama famili Hidrokarbon Aromatika rantai tertutup tidak jenuh dengan rumus kimia C_6H_6 . Pada keadaan normal benzena merupakan cairan jernih tidak berwarna dengan sifat bau yang khas, dan sangat mudah terbakar, dalam bentuk uap sangat mudah meledak Titik didih $80,1^{\circ}C$, titik leleh $5,5^{\circ}C$, berat molekul = 78,11, titik nyala $-11,1^{\circ}C$, kerapatan uap relatif 2,7 (Air :10) berat jenis 0,879. Bila benzena kehilangan satu atom H disebut gugus fenil ($C_6H_5^{\cdot}$).Gugusan ini mampu mengikat atom gugus atom lain sehingga terbentuk bermacam – macam senyawa aromatik turunan benzena (ASTDR, 2005).

Persenyawaan kimia aromatik ada 3 kelompok :

1. Senyawa kimia mempunyai gugus alkil, aril, dan alicilic pada senyawa benzena termasuk dalam golongan ini adalah benzena, toluen, etilbenzen, nitrobenzen, anilin dan sebagainya .
2. Senyawa kimia mempunyai gugus difenil atau polifenil, termasuk disini adalah senyawa-senyawa kimia aromatik yang mempunyai gugus terdiri dari dua gugus atau lebih benzena antara lain : senyawa difenil, trifenil, difenometan dan sebagainya.

3. Senyawa kimia mempunyai gugus polinuclear benzena, yaitu senyawa kimia terdiri dari dua atau lebih inti benzena antara lain: naphthalen, anthracena, phenanthracena, benzanthracena, pirene dan sebagainya (Clayton dkk, 1994).

Dari ketiga golongan persenyawaan tersebut terpenting adalah golongan senyawa kimia kelompok pertama karena senyawa kimia inilah yang paling banyak digunakan dalam banyak kegiatan.

Benzena dan turunannya dihasilkan dari destilasi terhadap batu bara dan ter-arang batu. Sebagai produk tersebut terbagi dalam beberapa golongan (Suma, mur 1987).

1. *Light oil*, yaitu larutan kimia hasil destilasi pada suhu 170°C termasuk golongan ini adalah: benzena, toluen, piridin, dan thiopen.
2. *Middle oil*, yaitu hasil destilasi pada suhu $170^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$, termasuk golongan ini ; fenol dan naphtalen.
3. *Heavy oil*, yaitu hasil destilasi pada suhu antara $230^{\circ}\text{C} - 270^{\circ}\text{C}$ termasuk golongan ini : aerosol, dan antantracen.
4. *Anthracena oil*, yaitu hasil destilasi pada suhu di atas 270°C golongan ini adalah anthacen dan fenanthracen.

Benzena dan turunannya banyak digunakan dalam industri sebagai bahan bakar, sebagai reagen kimia dan sebagai pelarut. Sebagai reagen kimia, benzena merupakan bahan kimia yang aktif. Misalnya ia dapat bereaksi baik dengan nitrat membentuk ion-nitrobenzena, mereduksi anilin

dan fenildiamin membentuk suatu persenyawaan kompleks dari suatu zat pewarna (Satmoko, 2004).

Benzena juga dapat bereaksi terhadap senyawa sulfat membentuk sulfonat sebagai bahan detergen. Dengan klorine dapat membentuk senyawa kloronat, seperti klorinated difenil, DDT. Sebagai pelarut, benzena banyak dipergunakan untuk melarutkan karet, plastik, cat, kimia dan lemak. Benzena juga merupakan bahan pengekstrak yang baik pula untuk biji-bijian dan kacang-kacangan.

B. Pengaruh Paparan Benzena dengan Kesehatan Pekerja

1. Metabolisme

Keracunan benzena umumnya terjadi melalui inhalasi, walaupun benzena dapat berpenetrasi melalui kulit. Dan apabila benzena tidak dikeluarkan kembali melalui udara ekspirasi, maka benzena diabsorpsi ke dalam aliran darah (Satmoko,2004).

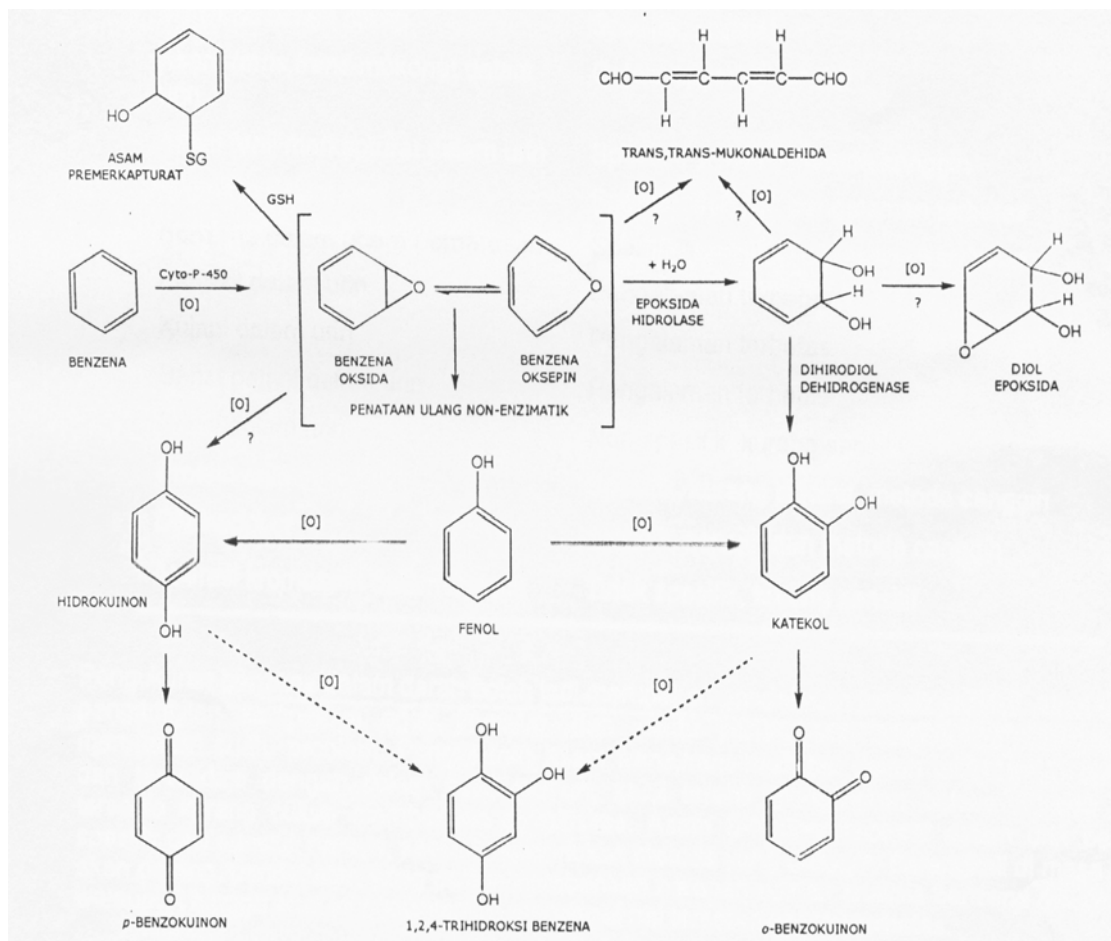
Benzena dalam cairan tubuh hanya dalam konsentrasi yang sangat rendah, tetapi secara cepat disimpan di dalam semua jaringan lemak, oleh karena benzena mempunyai kelarutan yang tinggi dalam lemak (Caroline wijaya, 1993).

Bila benzena tertelan atau terhirup maka sebahagian (kira-kira 50 %) benzena dikeluarkan dalam bentuk utuh melalui udara ekspirasi , atau keluar bersama urine.

Kegiatan metabolisme terutama terjadi dalam hati, dimana benzena dioksidasi menjadi fenol (hidroxi benzena), katekol (1,2 – dihidroksibenzen), atau kuinol (1,4 – dihidroksibenzena). Fenol kemudian dikonyugasikan dengan sulfat anorganik menjadi fenil sulfat, dan hidroksi benzen (fenol) lainnya, yang kesemuanya diekskresi melalui urine. Metabolisme melalui jalur ini disebut Mayor Pathway. Beberapa peneliti dari Rusia menetapkan bahwa ekresi fenilsulfat mencapai puncaknya 4 – 8 jam setelah pemaparan benzena (Clayton, 1991)

Minor Pathway termasuk jalur oksidasi lebih lanjut dari katekol menjadi hidroksihidroquinol (1,2,4 – trihidroksibenzen), fenol dapat dikonyugasi dengan asam glukuronat menjadi bentuk glukuronida, atau dengan sistein menjadi asam 2 – fenil merkapturat .

Gambar 1. Jalur Metabolisme Benzena



2. Patofisiologi

a. Absorpsi Benzena

Benzena masuk ke dalam tubuh uap melalui inhalasi, dan absorpsi terutama melalui paru-paru. Sekitar 40 – 60 % jumlah yang diinhalasi. Absorpsi terbatas melalui kulit utuh dapat terjadi melalui kontak langsung. (Joseph Ladou, 2006).

b. Biotransformasi Benzena

Metabolit akhir utama adalah fenol yang diekskresi lewat kemih dalam bentuk terkonyugasi dengan asam sulfat atau glukuronat. Sejumlah kecil dimetabolisme menjadi katekol, hidrokuinon, karbon dioksida dan asam mukonat. Langkah pertama oksidasi benzena adalah pembentukan epoksida benzena oleh oksidase fungsi campuran dalam hati (.Joseph Ladou, 2006).

c. Ekskresi Benzena

Bagian dari benzena yang diabsorpsi diekskresi tanpa diubah 12 – 50 % lewat udara ekspirasi dan kurang dari 1 % lewat kemih. Jumlah rata-rata fenol yang dieleminasi adalah sekitar 30 % dari dosis yang diabsorpsi

3. Efek Klinis

a . Pemaparan benzena akut

Keracunan melalui mulut. Tertelannya kira – kira 9 sampai 12 gram benzena dapat menyebabkan tanda - tanda seperti jalan sempoyongan, muntah, frekuensi nadi bertambah cepat, delirium, pneumonitis, dan kesadaran hilang akibat depresi susunan syaraf pusat (Caroline Wijaya, 1993).

Pada konsentrasi sedang, benzena dapat menyebabkan pusing, eksitasi, pucat kelemahan, sesak nafas, rasa sesak di dada, dan perasaan takut mati. Mungkin terjadi gangguan penglihatan dan kejang.

Pada konsentrasi yang lebih tinggi, gejala tersebut diatas dapat diikuti dengan kelelahan, mengantuk, koma dan mati (Clayton, 1991).

Keracunan melalui kulit. Bila terjadi pemaparan melalui kulit, benzena dapat diabsorpsi, tapi lebih kecil daripada diabsorpsi melalui mukosa pernafasan. Benzena merupakan iritan terhadap kulit dan menghilangkan lemak pada lapisan keratin yang menyebabkan eritem, vesikula dan dermatitis kering serta bersisik (ASTDR, 2005)

Keracunan akibat inhalasi, sebagai akibat penguapan benzena dalam konsentrasi tinggi, biasanya paling banyak menunjukkan gejala keracunan oleh karena inhalasi.

Keracunan benzena pada tingkat permulaan, terutama efeknya terhadap susunan syaraf pusat. Kecepatan pemulihan tergantung konsentrasi dan lamanya pemaparan. Gejala – gejala ini dapat berlangsung untuk beberapa minggu. Tanda – tanda utamanya, ialah perasaan mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo, delirium, dan kehilangan kesadaran (Caroline Wijaya, 1993).

Pemaparan akut dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan sesak nafas yang memabukkan, euforia, dan tinitus yang segera menunjukkan anestesia yang dalam. Dan apabila korban tidak segera diberi pertolongan, kemungkinan akan terjadi kegagalan pernafasan, kedutan otot dan akhirnya kejang (ASTDR, 2005). Berat ringannya akibat pemaparan inhalasi akut ini tergantung dari kadar uap benzena di udara dan lamanya pemaparan, dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1
Gejala – gejala pada pemaparan Akut Benzena

Kadar uap benzena	Lamanya paparan	Gejala-gejala
25 ppm	8 jam	Tidak ada
50 – 100 ppm	6 jam	Mengantuk ringan dan mungkin sakit kepala ringan
500 ppm	1 jam	Gejala keracunan akut terlihat
7500 ppm	30 menit	Efek depresan yang mengancam kehidupan.
20.000 ppm	5 menit	Kemungkinan fatal

Sumber : Patty,s Industrial Hygiene and Toxikologi, 1991

Efek terhadap sel. Pengaruh pemaparan akut benzena terhadap sel adalah terjadinya perubahan-perubahan sel hemopoitik, darah tepi dan sumsum tulang. Pada otopsi menunjukkan adanya tanda-tanda perdarahan di otak, perkardium, saluran kemih, membrana mukosa dan kulit (ASTDR, 2005).

b. Pemaparan Benzena Kronis

Cara inhalasi. Pemaparan benzena kronik secara inhalasi pada manusia dengan kadar rendah menunjukkan adanya sejumlah kelainan patologis, yang dipengaruhi oleh variasi individu antara lain keadaan gizi

buruk, faktor genetika, kecenderungan immonologis tertentu dan penggunaan alkohol atau obatan-obatan (Clayton, 1991)

Tanda-tanda yang dihubungkan dengan adanya pemaparan benzena kronis melalui inhalasi, adalah berupa sakit kepala, pusing, kelelahan, anoreksia, dispneu, gangguan penglihatan, pucat, vertigo, dan hilangnya kesadaran.

Reaksi tubuh terhadap pemaparan kronis melalui inhalasi diketahui mempunyai tiga tingkatan, pada pemaparan dengan konsentrasi rendah dan intermitten menghasilkan perubahan sangat sedikit hampir tidak jelas pada sistim hemopoitik. Dengan konsentrasi sedang, mempengaruhi sistem enzim tertentu, adanya efek sensitasi. Dan pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan gangguan sel darah irreversibel (ASTDR, 2005)

Pengaruh fisiologis. Pengaruh utama keracunan benzena dengan pemaparan kronis adalah terhadap susunan syaraf pusat yang tidak dapat dikenal dengan adanya beberapa pengaruh lain yang lebih menonjol. Pada tenaga kerja yang terpapar benzena dengan kadar rendah secara kronis, menunjukkan adanya tanda-tanda lesi pada susunan syaraf pusat.

Keracunan pada konsentrasi yang sangat tinggi menyebabkan sensitasi jantung terhadap katekolamin. Gejala ini merupakan sifat yang tidak khas pada keracunan benzena (Clayton, 1991)

Benzena dapat menyebabkan dispneu dan takhikardia. Dan selanjutnya ternyata benzena menurunkan tekanan darah arteri dan tahanan perifer, yang dapat menyebabkan perubahan distropi diffus otot jantung.

Gejala ini hilang bila pemaparan dihentikan. Kenaikan curah jantung, kecepatan sirkulasi bertambah, dan potensi yang lebih besar pada prekapillary bed yang mengalami penyesuaian alami, untuk meningkatkan oksigenasi (Satmoko, 2007)

Pengaruh pada kulit. Benzena adalah suatu bahan yang membuat kulit menjadi peka (dermal sensitizer). Keracunan sistemik akibat absorpsi benzena melalui kulit, adalah tidak mungkin, karena absorpsi yang utama adalah melalui inhalasi. Pemaparan yang lama dapat menimbulkan lesi yang mirip luka bakar tingkat pertama dan kedua (Clayton,1991)

Pengaruh pemaparan benzena dapat mengubah respons kekebalan dan fungsi umum. Fungsi sumsum tulang nampaknya sangat erat terhadap mekanisme kekebalan. Tenaga kerja yang telah terpajan dengan benzena, isopropilbenzen hidrosiperoxoid, dan fenol memperlihatkan penurunan kegiatan fagositik, mengurangi efek bakterisidal pada kulit dan menurunkan kegiatan lysozim dan aktivitas kolinestrase dalam darah.

Sumsum tulang sebagai tempat pembentukan sel-sel darah, di dalam prosesnya terdiri dari 3 bagian yaitu :

1. Eritropoesis yaitu proses yang menghasilkan eritrosit
2. Granulopoesis yaitu proses yang menghasilkan sel-sel leukosit yang bergranula yaitu neutrofil, dan basofil.
3. Trombopoesis yaitu proses yang menghasilkan trombosit.

Dengan adanya gangguan pada sumsum tulang, maka ketiga subsistem tersebut akan terganggu. Oleh karena itu bukan hanya anemia yang terjadi tetapi juga leukopeni dan trombositopeni (Satmoko, 2007).

Akibat lanjut dari kerusakan sumsum tulang adalah aplasia yaitu pembentukan yang tidak sempurna dari jaringan atau alat-alat tubuh. Hal ini karena benzena masuk kedalam sumsum tulang tubuh akan bersintesis dengan DNA dan RNA. Akibat lain dengan terjadinya leukopenia, dapat menyebabkan tubuh rentan dengan infeksi.

C. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Keracunan Benzena

Terjadinya keracunan bahan kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : faktor toxic agent, faktor yang berhubungan dengan pemajanan, faktor manusia dan faktor lingkungan dimana manusia itu bekerja. Keempat faktor tersebut hubungannya terhadap kejadian keracunan bahan kimia adalah dapat mempengaruhi cepat lambatnya keracunan. Demikian halnya terhadap keracunan benzena, keempat faktor tersebut sangat menentukan :

Dalam hal ini sifat dari benzena itu sendiri serta berapa besar konsentrasi benzena yang masuk kedalam tubuh. Ini berhubungan dengan toksisity yaitu kemampuan suatu susbstansi dalam hal benzena untuk dapat menimbulkan kerusakan atau gangguan pada tubuh. Benzena tergolong dalam golongan bahan kimia yang mempunyai toksisitas tinggi. Nilai Ambang

Batas Benzena = 10 bds atau 32 mg/M³ (SE. Menteri Tenaga Kerja 01/MEN/1997).

1. Faktor – faktor yang berhubungan dengan pemajanan.

Faktor- faktor yang mempengaruhi keadaan keterjanaan meliputi:

- a. Konsentrasi dari pada toksik agent diudara, dalam hal ini adalah berapa besar konsentrasi benzena dalam suatu bahan serta lamanya kontak.
- b. Frekuensi dan lamanya kontak, yaitu sering tidaknya seseorang kontak dengan benzena serta berapa lama kontak dengan benzena.

Hal ini erat hubungannya dengan besarnya efek yang ditimbulkan, semakin lama atau semakin sering seseorang kontak dengan benzena semakin jelas efek yang ditimbulkan dalam hal ini efek kronis.

- c. Cara masuk kedalam tubuh manusia adalah melalui inhalasi, perkutan, dan ingesti .

2. Faktor manusia

Dalam proses terjadinya keracunan benzena, faktor manusia dalam hal ini individu merupakan faktor penting. Faktor manusia tersebut meliputi :

- a. Keturunan , seseorang yang didalam eritrositnya kekurangan enzim G6.PD (Glukosa, 6-Phospat Delidrogenase) sangat susceptible

terhadap terjadinya hemolisis baik disebabkan oleh karena penggunaan obat-obatan maupun oleh karena benzena.

- b. Luas permukaan tubuh, berhubungan erat dengan terjadinya absorpsi melalui kulit, semakin luas permukaan tubuh semakin besar absorpsi dan konsentrasi benzena yang masuk dalam tubuh.
- c. Status gizi, orang yang mempunyai status gizi normal secara umum akan meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi, demikian juga terhadap keracunan bahan kimia. Hal ini berhubungan dengan proses dekontaminasi dan netralisasi dari pada racun didalam tubuh.

3. Faktor lingkungan

Yang dimaksud dengan faktor lingkungan disini adalah keadaan tempat kerja dimana para pekerja bekerja menangani benzena dalam hal ini adalah keadaan ventilasi. Keadaan ventilasi dimaksud adalah keadaan yang berhubungan erat dengan proses pengaliran dan pergantian udara, dengan demikian keadaan ini ada hubungannya dengan lubang penghawaan, kualitas udara yang masuk, temperatur dan kelembaban ruang kerja serta kecepatan dan jumlah udara yang masuk dalam ruang kerja. Untuk kondisi Indonesia yang tropis, ventilasi ruang kerja yang baik, temperatur udara tidak lebih besar dari 30 °C dengan kelembaban antara 60 – 80 % serta kecepatan angin/udara sebesar 0,5 m/detik. (Soerwanti, 1976)

D. Diagnosa Keracunan Benzena

Tingkat keterpaparan benzena bagi pekerja yang menangani benzena dapat diketahui dari informasi pemeriksaan klinis dan perubahan biokimia darah para pekerja yang menangani benzena. Pemeriksaan klinis digunakan untuk mengetahui bahwa seseorang itu berada pada resiko dari efek keracunan benzena.

1. Mengukur benzena dalam udara ekspirasi

Pengukuran besarnya konsentrasi benzena dalam udara pernafasan terutama digunakan pada keadaan seseorang mengalami pemajanan benzena dalam waktu yang tidak terlalu lama atau pada keadaan pemajanan tidak terus menerus, serta keterpaparan konsentrasi benzena kurang dari 1 ppm TWA. (1 ppm TWA artinya 1 ppm konsentrasi diudara disetarakan selama 8 jam).

2. Mendeteksi adanya fenol dalam urine

Fenol adalah metabolit utama dalam benzena dalam tubuh. Pada percobaan dengan menggunakan kelinci, kira-kira 25 – 50 % benzena dimetabolisme menjadi fenol. (Patty, 1997)

Mengukur besarnya konsentrasi fenol dalam urine merupakan metode yang efektif untuk mengestimasi keracunan benzena pada konsentrasi diudara lebih dari 10 ppm selama 8 jam.

3. Mengukur konsentrasi benzena dalam darah.

Mengukur konsentrasi dalam darah berguna untuk mengestimasi kadar benzena dalam jaringan tubuh lainnya. Dalam hal

ini pengukuran benzena dalam darah bukan indikator pemantauan biologis yang tepat untuk paparan benzena, sebab secara relatif akan menghilang dengan cepat.

4. Melihat gambaran darah

Gambaran darah merupakan variabel yang baik untuk mendiagnosa terhadap kasus kronis akibat keracunan benzena. Gambaran darah tersebut meliputi berkurangnya sel darah putih, neutropeni, reduksi sel darah merah dan platelet-platelet darah serta indeks warna yang lebih besar dari 1,0.

5. Menghitung besarnya rasio sulfat inorganik dengan total sulfat dalam urine.

Dalam keadaan normal besarnya rasio sulfat inorganik dibanding total sulfat dalam urine adalah 85 – 95%. Apabila rasio kurang dari 80% berarti adanya indikasi keracunan benzena. Pada rasio 50% menunjukkan tingkat keracunan berbahaya. Pada rasio 25 % keadaan sudah sangat berbahaya. (Stewart, 2000)

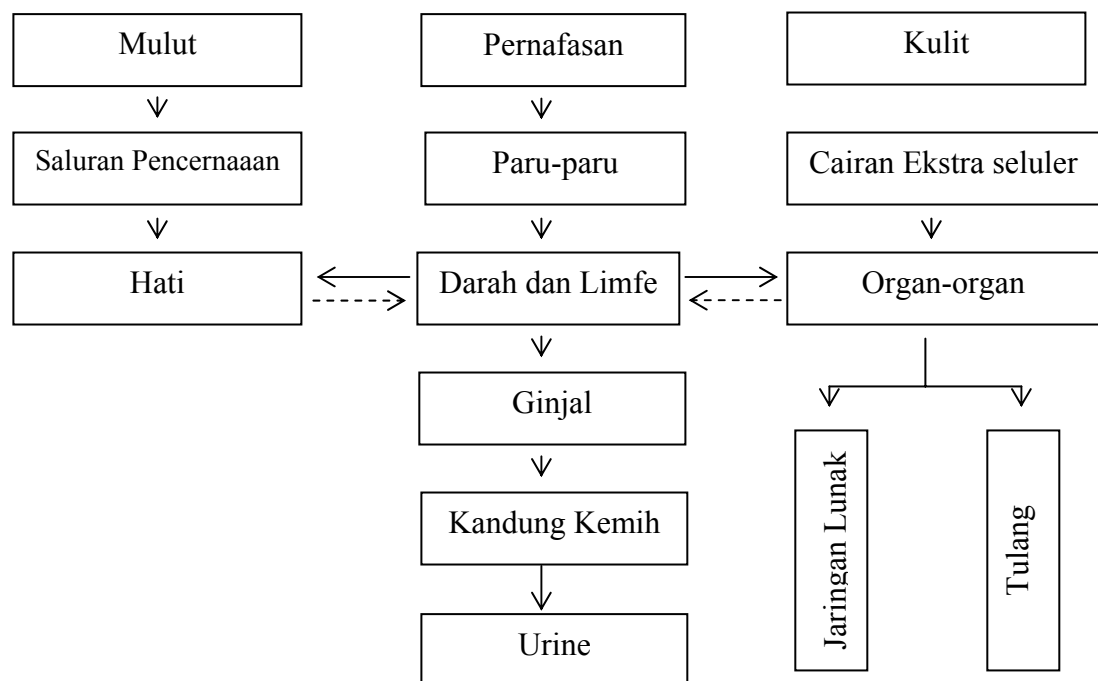
E. Mekanisme Benzena Dalam Tubuh Manusia.

Masuknya benzena kedalam tubuh manusia melalui 3 jalan yaitu: saluran pernafasan (inhalasi), saluran pencernaan (ingesti), dan pori-pori kulit (perkutan). Menghirup udara mengandung benzena 10 – 16 mg/liter selama 5 – 10 menit, sebanyak 79,8 – 84,7 % dari total benzena yang terhirup diabsorpsi oleh tubuh. Kemudian menghirup benzena secara intermitten 56 – 66% benzena yang terhirup diabsorpsi oleh tubuh (ASTDR,

2005). Benzena dalam tubuh manusia akan mengalami metabolisme untuk detoksifikasi, ekskresi maupun distribusi kedalam organ-organ tubuh lain. Perjalanan dari proses absorpsi, distribusi dan ekskresi racun kimia dalam tubuh dapat dilihat pada gambar 2 (Stewart, 2000).

Gambar 2

Proses Absorpsi, Distribusi dan Ekskresi Racun Kimia Dalam Tubuh.



Benzena yang masuk kedalam tubuh diabsorpsi oleh darah dan kemudian dibawa ke bagian-bagian tubuh lain seperti otak, paru-paru, jantung, hati, otot skelet, sumsum tulang dan bagian-bagian lainnya. Sebahagian benzena yang masuk akan dimetabolisme menjadi fenol asam sulfat dan fenol glukuronat (ASTDR, 2005)

Sekitar 30 - 50% dari benzena yang diabsorpsi dieleminir melalui pernafasan, 0,2% dieleminir oleh ginjal dan benzena lainnya yang tidak

eliminir akan dimetabolisme dalam tubuh. Sekitar 30 % dari benzena yang diabsorpsi mengalami metabolisme dalam hati, yang kemudian diubah menjadi conjugated fenol 23%, sebagai hidroquinon 4,8%, sebagai katekol, 2,2% sebagai hidroxiquinon 0,3% dan sebagai I-fenilmercapturid acid 0,5% (Clyton, 1994).

Conjugated fenol yang terdiri dari fenol glukuronat dan fenol asam sulfat selanjutnya akan diekskresikan melalui urine bersama-sama sulfat inorganik yang terdiri dari garam-garam Na, K, Ca, Mg dan NH_4 sulfat .

Puncak ekskresi benzena dalam urine menurut beberapa peneliti dari Rusia terjadi 4 – 8 jam setelah mendapat pemajanan benzena. (Clayton, 1994)

F. Faktor-Faktor Resiko yang Berhubungan dengan Konsentrasi Benzena terhadap pekerja

1. Masa Kerja

Semakin lama pekerja terpapar dengan konsentrasi benzena akan berpengaruh terhadap kondisi kesehatan tenaga kerja. Lingkungan kerja yang buruk akan menambah kerentanan terhadap kesehatan tenaga kerja dengan bertambah lamanya masa kerja. Hal ini disebabkan karena benzena yang ada dalam tubuh tersimpan dalam waktu lama. Selain itu pertambahan masa kerja seiring dengan pertambahan umur pekerja

2. Lama Paparan

Lama paparan akan mempengaruhi jumlah konsentrasi benzena yang masuk kedalam tubuh. Semakin lama pekerja terpapar dengan benzena semakin beresiko pekerja tersebut dibandingkan dengan pekerja yang terpapar secara simultan. Oleh karena itu OSHA menetapkan batas paparan 8 jam sehari / 40 jam dalam seminggu.

3. Ventilasi

Ventilasi yaitu pengeluaran udara terkontaminasi dari suatu ruang kerja melalui suatu bukaan pada dinding dan pemasukan udara segar melalui bukaan lain atau kebalikannya.

Ventilasi dalam industri dibagi menjadi 3 macam :

- a. *Dilution ventilation* adalah sistem ventilasi dengan cara memasukkan udara segar ke dalam ruangan tersebut, dan menghisap keluar udara kontaminan dari lingkungan kerja.
- b. *Comport ventilation* adalah sistem ventilasi dimana bagian dalam suatu ruangan dipanaskan atau didinginkan, atau mengubah kelembaban udara, untuk mengendalikan suatu proses keadaan menjadi nyaman.
- c. *Exhaust ventilation* adalah sistem ventilasi mengeluarkan udara kontaminan dari sumber tanpa memberi kesempatan kepada kontaminan untuk mengadakan difusi dengan udara di dalam lingkungan kerja.

4. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri berfungsi membatasi jumlah paparan benzena yang masuk dalam tubuh pekerja. Perusahaan harus menyediakan pakaian pelindung dan peralatan bagi pekerja yang terpapar benzena, yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Penyediaan alat pelindung diri ini tidak membebankan pada pekerja. Beberapa alat pelindung diri yang diperlukan seperti pakaian kerja, sarung tangan, dan respirator. (OSHA,2003).

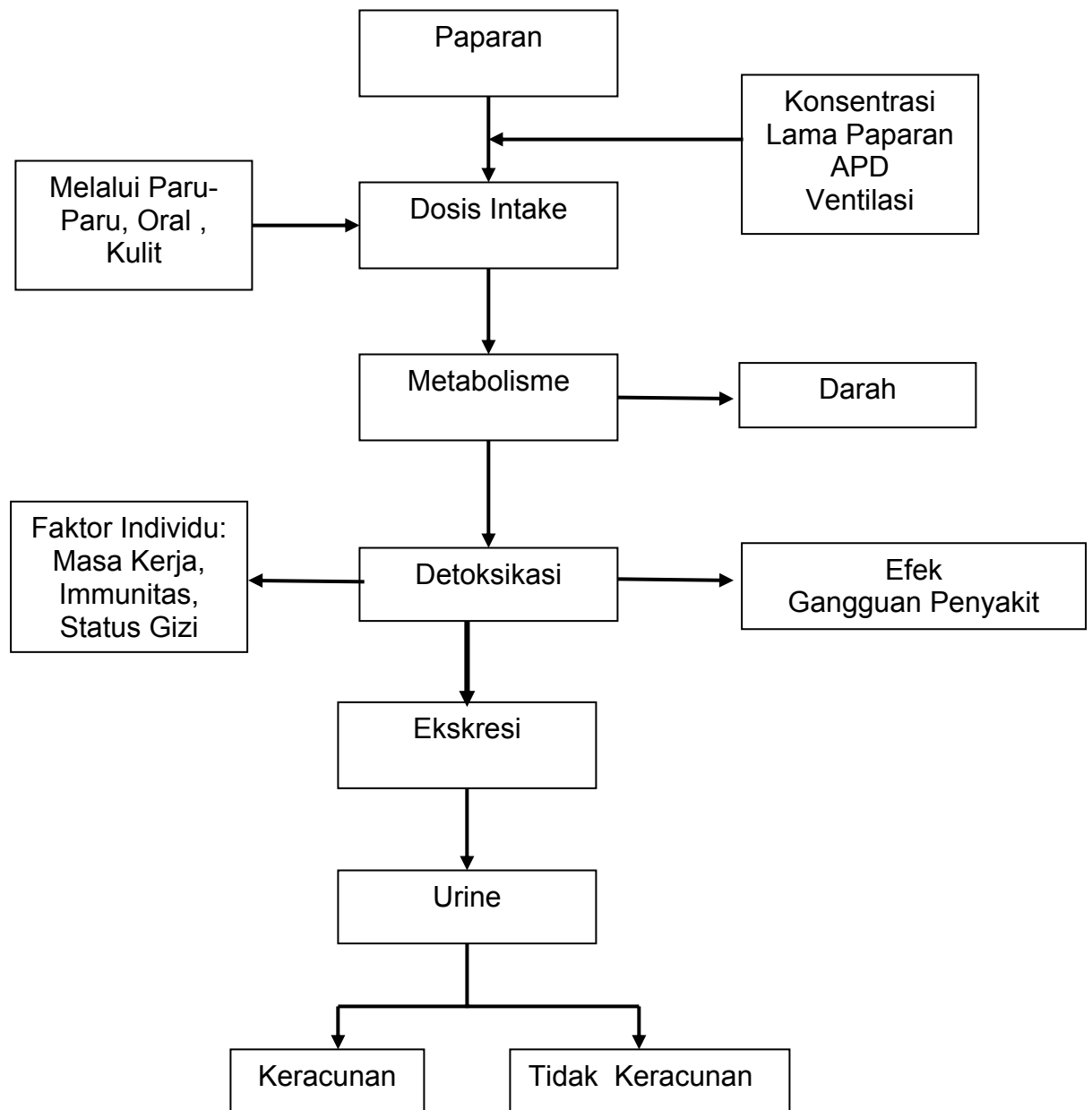
G. Kerangka Teori

Benzena adalah salah satu zat pencemar yang mempunyai sifat toksik baik terhadap tenaga kerja maupun lingkungan pada perusahaan bengkel duco. Benzena sebagai bahan pelarut cat. Kerja toksik benzena dalam tubuh adalah sistematis artinya zat racun tersebut beredar keseluruhan tubuh dan pada organ-organ tertentu. Organ sasaran adalah sumsum tulang. Benzena diabsorpsi ke dalam tubuh melalui kulit, paru-paru dan pencernaan. Bila terjadi keracunan akut menimbulkan kejang-kejang, koma, dan pingsan. Dan apabila berlangsung lama / menahun menyebabkan mual, muntah, lemah, anemia.

Pemeriksaan kadar fenol dalam urine tenaga kerja dimaksudkan untuk deteksi dini apakah tenaga kerja mengalami keracunan benzena akibat konsentrasi benzena di tempat kerja. (BEIs, 2006)

Konsentrasi benzena dilingkungan sangat mempengaruhi jumlah benzena yang masuk dalam tubuh pekerja tergantung kondisi tubuh pekerja. status gizi, luas permukaan (Caroline Wijaya, 1993)

Kerangka Teori



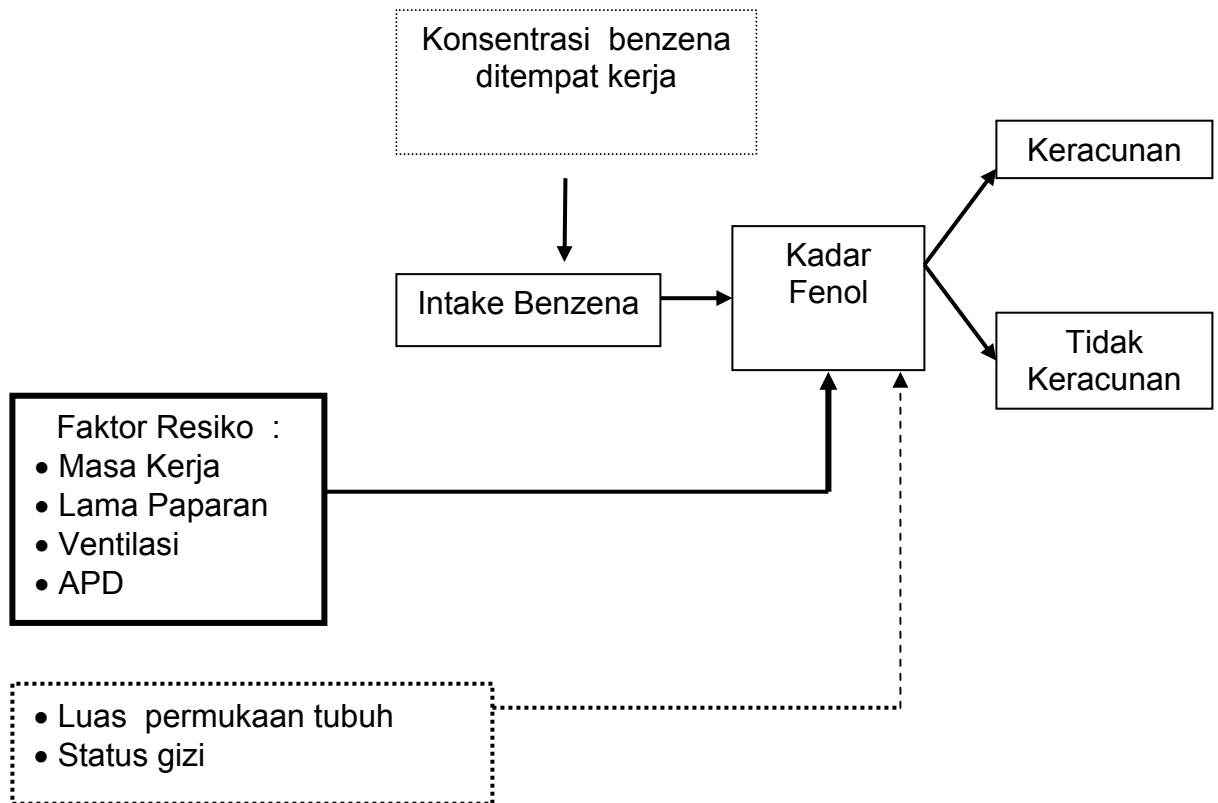
H. Kerangka Konseptual

Kadar fenol dalam urine pekerja sangat dipengaruhi oleh konsentrasi benzena di lingkungan kerja, konsentrasi benzena dalam makanan dan minuman, rokok. Pada pekerja untuk mengurangi paparan benzena telah ditetapkan batas yang diizinkan yakni 32 mg/ m^3 dengan lama paparan perharinya 8 jam.

Penggunaan alat pelindung diri seperti respirator dan pakaian kerja dapat mengurangi paparan benzena dengan mengurangi konsentrasi benzena yang dapat masuk dalam tubuh baik melalui pernafasan, kulit, maupun saluran pencernaan.

Lama paparan, masa kerja, ventilasi keluar setempat, alat pelindung diri, faktor resiko yang dapat mempengaruhi kadar fenol dalam urine. Semakin lama pekerja terpapar oleh benzena semakin tinggi pula kadar benzena dalam urine.

Kerangka Konseptual



- [Solid Box] : Variabel dependen
 [Dotted Box] : Variabel independen
 [Solid Line] : Variabel yang diteliti
 [Dotted Line] : Variabel yang tidak diteliti

I. Definisi Operasional Dan Kriteria Obyektif

1. Konsentrasi benzena di tempat kerja adalah berapa kepekatan benzena pada udara lingkungan kerja dan dinyatakan dalam mg/m^3

Kriteria Obyektif :

Memenuhi syarat : Bilamana konsentrasi benzena ditempat kerja $< 32 \text{ mg}/\text{m}^3$

Tidak memenuhi syarat : Bilamana konsentrasi benzena ditempat kerja $\geq 32 \text{ mg}/\text{m}^3$ (SE.Menteri Tenaga Kerja 01/Men/ 1997)

2. Masa kerja adalah masa dimulainya tenaga kerja bekerja diperusahaan sampai dilakukannya penelitian yang dinyatakan dalam tahun.

Kriteria Obyektif :

Baru : Bilamana tenaga kerja mempunyai masa kerja kurang dari 1 tahun

Lama : Bilamana tenaga kerja mempunyai masa kerja lebih atau sama dengan 1 tahun

3. Lama paparan adalah lamanya tenaga kerja terpapar oleh benzena di tempat kerja selama satu hari kerja (UU Tenaga Kerja N0.13 Tahun 2003)

Kriteria Obyektif :

Lama : Bilamana tenaga kerja bekerja lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam dalam satu minggu.

Tidak lama : Bilamana tenaga kerja bekerja kurang dari 8 jam sehari 40 jam dalam satu minggu.

4. Ventilasi adalah ventilasi pengeluaran setempat yaitu pengisapan dan pengeluaran kontaminan secara serentak dari sumber pancaran. Sebelum kontaminan berada pada ketinggian zona pernafasan dan tersebar keseluruh ruangan.

Kriteria Objektif :

Memenuhi syarat : Bilamana ventilasi luasnya $\geq 1/6 - 1/10$ luas lantai

Tidak memenuhi syarat : Bilamana ventilasi luasnya $< 1/6 - 1/10$ luas lantai .

5. Respirator adalah alat pelindung yang digunakan untuk melindungi pernafasan dari paparan benzena dan uap benzena di tempat kerja.

Kriteria Objektif :

Memakai : Bilamana tenaga kerja menggunakan respirator selama bekerja atau selama berada dilingkungan kerja

Tidak Memakai : Bilamana tenaga kerja tidak menggunakan respirator selama bekerja atau selama berada dilingkungan kerja

6. Kadar fenol dalam urine adalah : Besarnya konsentrasi fenol yang terkandung dalam urine diketahui dari pengembangan warna dan dinyatakan dalam mg/liter.

Kriteria Objektif :

Memenuhi syarat : Bilamana konsentrasi benzena dalam urine
 $< 26 \text{ mg/liter}$

Tidak memenuhi syarat : Bilamana konsentrasi benzena dalam urine
 $\geq 26 \text{ mg/liter}$

J. Hipotesis Penelitian

Hipotesis Alternatif :

1. Ada pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine pekerja.
2. Ada pengaruh masa kerja terhadap kadar fenol dalam urine pekerja.
3. Ada pengaruh lama paparan terhadap kadar fenol dalam urine pekerja.
4. Ada pengaruh ventilasi terhadap kadar fenol dalam urine pekerja
5. Ada faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine.