

## ABSTRAK

**LM. Zainal Abidin K, 2008, Analisis Pengaruh Konsentrasi Benzena (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) di Tempat Kerja Terhadap Kadar Fenol dalam Urine pada Tenaga Kerja Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar (Dibimbing Oleh Rafael Djajakusli dan H. Hasanuddin Ishak).**

Salah satu bahan pencemar udara yang berasal dari penggunaan bahan produksi untuk industri adalah Benzena (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Benzena merupakan zat karsinogen yang kuat dan dapat menyebabkan berbagai tipe kanker, terutama leukemia. Industri pengecatan benzena banyak digunakan sebagai pelarut karena sifatnya yang cepat larut dalam cat. Pekerja pada bagian pengecatan mempunyai risiko tinggi terpapar oleh benzene.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor-faktor masa kerja, lama kerja dan penggunaan APD serta faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine tenaga kerja. Jenis penelitian adalah observasional dengan rancangan *Cross Sectional Study*. Populasi adalah seluruh tenaga kerja jumlahnya sebanyak 51 orang. Sampel penelitian sebanyak 33 orang, yaitu tenaga kerja yang bekerja pada ke tiga unit bagian pengecatan (*Finishing Painting, Shira Painting dan Kararing Furatto/Chakusoku*). Uji statistik menggunakan Chi-Square.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi benzene pada dua unit pengukuran yaitu FP dan SP di atas NAB sedangkan KF/Ch di bawah NAB. Hasil uji statistic Chi-Square untuk faktor masa kerja menunjukkan bahwa nilai  $p = 0,019$ , ini berarti ada pengaruh masa kerja terhadap kadar fenol dalam urine. Faktor lama kerja menunjukkan nilai  $p = 0,013$ , ini berarti ada pengaruh lama kerja terhadap kadar fenol dalam urine. Hasil uji multivariat menunjukkan variabel masa kerja dan lama kerja mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap kadar fenol dalam urine dibanding dengan variabel lainnya.

Disarankan kepada perusahaan harus melakukan substitusi tenaga kerja yang lebih lama bekerja dengan tenaga kerja yang baru bekerja, menyiapkan APD yang telah distandarisasi, peningkatan kesadaran karyawan untuk menggunakan APD saat bekerja dan sesuai pada tempatnya. Instansi terkait untuk slalu aktif melakukan pengawasan dan pembinaan tentang K3.

Kata Kunci : Benzena, Fenol Urine

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRAC	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Sifat Fisika dan Kimia Benzena	9
B. Sumber Benzena	10
C. Mekanisme Benzena dalam Tubuh Manusia	13
D. Efek Benzena Terhadap Kesehatan Manusia	16
E. Diagnosa Keracunan Benzena	22

F. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Konsentrasi Benzena pad Pekerja	24
G. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep	27
H. Hipotesis Penelitian	30
I. Definisi Operasional	30
<b>BAB III MATODE PENELITIAN</b>	<b>33</b>
A. Jenis Penelitian	33
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	33
C. Populasi dan Sampel	33
D. Pengumpulan Data	35
E. Metode Pemeriksaan dan Pengukuran	35
F. Analisa Data	36
G. Penyajian Data	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
A. Hasil Penelitian	37
B. Pembahasan	52
C. Keterbatasan Penelitian	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>62</b>
A. Kesipulan	62
B. Saran	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1	Gejala-gejala pada Pemaparan Akut Benzena	18
2	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Kelompok Umur di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	38
3	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Pendidikan Terakhir di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	39
4	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Jenis Kelamin di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	40
5	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Masa Kerja di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	40
6	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Lama Kerja di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	41
7	Distribusi Tenaga Kerja Berdasarkan Penggunaan APD di Bagian Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	42
8	Hasil Pengukuran Konsentrasi Benzena di Udara pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	42
9	Distribusi Kadar Fenol Urine di Unit Pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar	43
10	Distribusi Konsentrasi Benzena di Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	44
11	Pengaruh Konsentrasi Benzena Terhadap Kadar Fenol Urine pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	45
12	Pengaruh Konsentrasi Benzena Terhadap Kadar Fenol Urine Berdasarkan Masa Kerja pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	46
13	Pengaruh Konsentrasi Benzena Terhadap Kadar Fenol Urine Berdasarkan Lama Kerja pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	47
14	Pengaruh Konsentrasi Benzena Terhadap Kadar Fenol Urine Berdasarkan Penggunaan APD pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	48
15	Pengaruh Konsentrasi Benzena Terhadap Kadar Fenol Urine Berdasarkan Masa Kerja dan Lama Paparan pada Unit Pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar	49

**DAFTAR SINGKATAN**

AML	: Acute Myeloid Leukimia
APD	: Alat Pelindung Diri
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	: Benzena
Ch	: Chakusoku
DHHS	: Departement of Human Health and Human Service
EPA	: Environmental Protection Agency
FP	: Finshing Painting
ISPA	: Infeksi Saluran Pernapasan Akut
KF	: Kararing Furatto
K3	: Keselamatan dan Kesehatan Kerja
NAB	: Nilai Ambang Batas
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
PT	: Perseroan Terbatas
SP	: Shira Painting
UU	: Undang-Undang
WHO	: World Health Organisation

**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Proses Absorpsi, Distribusi, dan Eksresi Racun Kimia dalam Tubuh	14
Gambar 2. Jalur Metabolisme Benzena	15
Gambar 3. Pengukuran Konsentrasi Benzena di Unit Shira Painting	
Gambar 4. Pengamatan di Unit Karating Furatto/Chakusoku	
Gambar 5. Pengamatan di Unit Shira Painting	
Gambar 6. Pengukuran Konsentrasi benzena di Unit Finishing Painting	
Gambar 7. Kegiatan Penyemprotan di Unit Finishing Painting	
Gambar 8. Sampel Urine Tenaga Kerja PT. Maruki International Indonesia	

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Pertanyaan (Koesioner)
- Lampiran 2 : Proses Absorpsi Racun Kimia
- Lampiran 3 : Pengukuran dan Pemeriksaan Benzena di Udara
- Lampiran 4 : Jenis Respirator (master) yang dianjurkan
- Lampiran 5 : Peta Maruki International Indonesia Makassar
- Lampiran 6 : Struktur Organisasi PT. Maruki International Indonesia Makassar
- Lampiran 7 : Rekam Medis Pemeriksaan Kesehatan Karyawan Bagian Produksi
- Lampiran 8 : Hasil Pemeriksaan Kadar Fenol Urine pada Tenaga Kerja
- Lampiran 9 : Hasil Pemeriksaan Konsentrasi Benzena
- Lampiran 10 : Master Tabel
- Lampiran 11 : Hasil Analisa Data
- Lampiran 12 : Surat Izin Penelitian
- Lampiran 13 : Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian
- Lampiran 14 : Gambar Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Tenaga kerja merupakan kelompok individu yang terlibat dalam kegiatan kerja dan mengharapkan imbalan dalam bentuk upah kerja. Di Indonesia ketentuan tentang lama kerja yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah adalah 8 jam sehari atau 40 jam dalam seminggu. Pemajanan terhadap tenaga kerja beserta lingkungan kerjanya secara terus-menerus akan merupakan beban fisik dan psikologis bagi tenaga kerja yang akhirnya menyebabkan penyakit akibat kerja.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor Per. 01/Men/1981 mengenai kewajiban melapor penyakit akibat kerja, mengatur bahwa terdapat 30 jenis penyakit akibat kerja yang berhubungan dengan bahan kimia termasuk benzen dan homolognya yang beracun. Beberapa peraturan penunjang lainnya yang berhubungan dengan kesehatan kerja adalah : Peraturan Menteri Tenaga Kerja No: Per. 02/Men/1980 tentang Pemeriksaan Kesehatan Tenaga Kerja, Peraturan Menteri Tenaga Kerja No: Per. 03/Men/1982 tentang Pelayanan Kesehatan Kerja.

Salah satu bahan pencemar udara yang berasal dari penggunaan bahan produksi untuk industri adalah Benzena ( $C_6H_6$ ), dimana Benzena merupakan salah satu pencemar udara yang bersifat toksik. Department of Health and Human Services ( DHHS ) Amerika dan Environmental



Protection Agency (EPA) mengklasifikasikan Benzena ( $C_6H_6$ ) sebagai zat yang bersifat karsinogen bagi manusia yang digolongkan dalam Grup A. Environmental Protection Agency (EPA) telah menetapkan lima zat pencemar udara yang bersifat toksik, Benzena merupakan peringkat teratas dari urutan pencemar udara yang bersifat toksik tersebut. Professor Cesare Maltoni, Ramazzini Foundation untuk Ilmu Oncology dan Lingkungan, Itali, menunjukkan bahwa Benzena merupakan zat karsinogen yang kuat yang dapat menyebabkan berbagai tipe kanker, terutama leukemia (Wisaksono Satmoko, 2004).

Di negara maju seperti Amerika OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) mengawasi penyakit akibat kerja ini secara ketat, termasuk keracunan akibat pemajanan bahan kimia. Perkembangan yang pesat dalam *sampling* udara, ditambah dengan fakta bahwa benzena meracuni darah (hematotoksik), maka nilai ambang batas benzena ditekan terus menerus. Dalam hal nilai ambang batas, masing-masing Negara belum seragam; misalnya, di Jerman 8 ppm, Australia, Denmark, Finlandia, Jepang, Belanda, dan Amerika menetapkan 10 ppm., sedangkan Swedia menetapkan 5 ppm. Di Indonesia sesuai dengan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE 01/Men/1997 nilai ambang batas untuk benzena adalah 10 ppm (Wisaksono Satmoko, 2004).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun dalam kadar yang rendah dapat menurunkan jumlah sel darah merah secara signifikan. Studi tersebut, oleh peneliti Universitas California, Berkeley, National Cancer

Institute dan The Chinese Center for Disease Control and Prevention, juga menemukan bahwa pemaparan Benzena menurunkan jumlah sel-sel darah. Benzena ( $C_6H_6$ ) merupakan zat yang bersifat karsinogen dan manusia dapat terekspos melalui pembakaran bensin dan rokok. Studi tersebut dipublikasikan dalam Issue of The Journal Science (Qing Lan, 2004).

Senyawa benzen dan hidrokarbon aromatik lainnya secara luas digunakan sebagai bahan bakar, bahan pelarut, bahan tambahan. Karena sifatnya yang cepat kering, maka benzen digunakan secara luas dalam industri perekat dan pernis

Telah diakui secara internasional bahwa *benzene* bersifat *genotoxic carcinogen*, dimana tidak ada batas terendah yang aman terhadap pajanan senyawa kimia ini untuk mendapatkan risiko leukemia pada semua tingkat pajanan. The World Health Organization (WHO) memberikan peringatan bahwa setiap pajanan benzene setingkat  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  akan terdapat 4-8 tambahan kasus leukemia per sejuta populasi selama masa hidup. Sehingga, apabila menggunakan the UK Department of the Environment Guidelines yang 5 ppb ( $18.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) akan terdapat tambahan sebesar 1 000 kasus leukemia di kota sebesar London selama masa hidup (Budiawan, 2007).

Pada penelitian secara retrospektif, didapatkan 14 kematian oleh Karen leukimia, 8 diantaranya adalah tipe sel Acute Myeloid Leukimia (AML). Riwayat pekerjaan orang-orang yang meninggal ini potensial

terpapar benzene disebabkan pekerjaan dari berbagai industri (Clayton, 1991, NIOSH, 2004)

Di Indonesia data jumlah kasus keracunan benzene pada tahun 1980 terhadap tenaga kerja laki-laki usia 18 – 55 tahun telah terpapar benzene rata-rata 26,7 ppm masa kerja lebih dari 2 tahun, didapatkan perubahan yang bermakna pada kadar hemoglobin, jumlah leukosit, jumlah trombosit (Budiawan, 2007)

PT Maruki Internasional Indonesia yang sebelumnya bernama PT Tokai Material Indonesia adalah perusahaan modal asing dari Jepang penghasil butsudan, proses produksi butsudan mulai dari penyiapan material kayu hingga pengepakan yang memakan waktu kurang lebih tiga bulan, pada tahap pengecatan dasar hingga finishing butsudan yang dilakukan di unit produksi factory lima dan empat menggunakan bahan kimia yang disemprotkan ke udara, merupakan salah satu sumber pencemaran benzene dalam udara ambien seperti pada penggunaan cat semprot. Dimana benzene akan mencemari udara ambien melalui uap – uap halus cat yang disemprotkan ke udara (Profil PT. Maruki International Indonesia, 2007).

Dari data yang diperoleh pada pusat klinik kesehatan PT. Maruki international Indonesia angka kesakitan bulan Maret - April tahun 2008 diketahui bahwa Penyakit ISPA sebanyak 24 orang, penyakit Anemia sebanyak 21 orang dan penyakit dermatitis sebanyak 18 orang.

Tertelannya benzen melalui mulut akan menimbulkan tanda-tanda seperti: jalan sempoyongan, muntah, denyut nadi cepat, delirium, pneumonitis, hilang kesadaran; kehilangan kestabilan, dan koma. Sedangkan pada konsentrasi sedang, benzen dapat menyebabkan pusing, lemah, mual, sesak napas, Anemia dan rasa sesak di dada. Benzen merupakan iritan kuat menimbulkan bercak merah dan terbakar serta menghilangkan lemak pada lapisan keratin yang menyebabkan dermatitis kering serta bersisik.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Yuliati Denok pada pekerja finisihing mebel PT. Perwita Abadi tahun 2000, diketahui kadar fenol dalam urine akibat keterpaparan benzene rata-rata adalah 39,12% dengan standar deviasi 19,44. Dari penelitian ini diketahui ada hubungan bermakna antara lama pemaparan dengan kadar fenol urine ([www.fkm-undip.or.id.htm](http://www.fkm-undip.or.id.htm), diakses 2008).

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Suriya Kurniawan pada pengukuran kadar benzena di udara percetakan di Jakarta tahun 2004, diketahui bahwa lingkungan kerja percetakan yang terpajan tinggi lima kali lebih tinggi dari NAB yang ditetapkan, sedangkan di lingkungan kerja terpajan rendah kurang dari 1/10 NAB (<http://www.digilib.ui.edu.txt>, diakses 2008).

Pengukuran benzen dalam darah sebetulnya bukan indikator yang tepat pada kasus pemaparan benzen karena secara relatif benzen akan cepat menghilang; kira-kira 50% benzen akan keluar bersama udara

pernapasan. Namun pengukuran kadar benzen dalam darah tetap diperlukan sebagai bukti bahwa seseorang terpapar benzena.

Metabolit utama benzen adalah fenol. Pada percobaan menggunakan kelinci, kira-kira 25-50% benzen dimetabolisasi menjadi fenol. Oleh karenanya fenol dalam urin merupakan indikator yang baik dalam hal pemaparan benzene. Peningkatan kadar fenol dalam urin menunjukkan adanya pemaparan benzen 8-10 jam sebelumnya. Pemaparan benzen di udara 25-30 ppm dapat menaikkan ekskresi fenol sampai 100 atau 200 mg/1 urin. Nilai fenol normal dalam urin adalah 20-30 mg/l. (Wisaksono Satmoko, 2004)

Pelarut organik dalam hal ini benzena dalam suatu konsentrasi dan terus-menerus mengkontaminasi lingkungan dan tubuh manusia dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan keluhan dan kelainan bagi tubuh manusia yang terpapar. Metabolit utama dari pelarut organik benzene adalah kandungan fenol dalam urine. Sehingga melalui keberadaan fenol dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat paparan pekerja. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Benzena ( $C_6H_6$ ) terhadap kadar fenol dalam urine dan faktor yang mempengaruhi seperti, masa kerja, lama kerja, dan ada tidaknya penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada tenaga kerja bagian pengecatan PT Maruki International Indonesia Makassar.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi benz ena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja.
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan masa kerja
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan lama paparan
4. Bagaimana pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
5. Faktor apa yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengukur konsentrasi benzena ( $C_6H_6$ ) di tempat kerja dan mengetahui dampaknya terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja bagian pengecatan PT. Maruki International Indonesia Makassar.

## **2. Tujuan Khusus**

- a. Untuk mengukur konsentrasi benzena di unit pengecatan
- b. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi benzena ( $C_6H_6$ ) di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja.
- c. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi benzena ( $C_6H_6$ ) di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan masa kerja.
- d. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi benzena ( $C_6H_6$ ) di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan lama paparan.
- e. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi benzena ( $C_6H_6$ ) di tempat kerja terhadap kadar fenol dalam urine kaitannya dengan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).
- f. Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja.

## **D. Manfaat Penelitian**

1. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan masukan bagi perusahaan dalam rangka mengurangi pengaruh benzena ( $C_6H_6$ ) terhadap kesehatan tenaga kerja sehingga tidak mengganggu produktivitas kerja.
2. Sebagai data dan informasi ilmiah bagi peneliti selanjutnya yang diharapkan menjadi salah satu sumber referensi.

3. Bagi peneliti menjadi wahana belajar untuk menambah pengetahuan dan pengalaman yang dapat bermanfaat di masa yang akan datang.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sifat Fisika dan Kimia Benzena**

Benzen merupakan senyawa hidrokarbon aromatik dengan rantai tertutup tidak jenuh, rumus kimia  $C_6H_6$ . Dalam keadaan normal merupakan cairan tak berwarna, jernih, berbau khas dan mudah terbakar. Titik didih  $80^\circ C$ , titik cair  $5,5^\circ C$  Indeks bias 1,5011, larut dalam 1430 bagian air, dapat campur dengan asam asetat glasial, aseton, etanol, eter, karbondisulfida, karbon tetraklorida, kloroform dan minyak. Benzen termasuk bahan pelarut yang baik, secara kimia cukup stabil, tetapi mudah mengalami reaksi substitusi menjadi bentuk halogen, nitrat dan derivat alkil (Egeghy, 2000)

Campuran benzen dengan bromipentafluorida, klorintrifluorida, klorin, oksigen (cair), ozon, perklorat, perklorilfluorida, aluminium klorida, permanganat, asam sulfat, perak perklorat atau natrium peroksida dapat menimbulkan api dan ledakan. Sedangkan campuran benzen dengan anhidrida kromat, nitril perklorat atau natrium peroksida dapat menimbulkan nyala (Budiawan, 2004)

Senyawa benzen dan hidrokarbon aromatik lainnya secara luas digunakan sebagai bahan bakar, bahan pelarut, bahan tambahan. Karena sifatnya yang cepat kering, maka benzen digunakan secara luas dalam industri perekat dan pernis. Selain itu benzen juga digunakan sebagai

bahan antara dalam pembuatan stirena, fenol, sikloheksana, dan zat organik lain; pembuatan deterjen, pestisida, zat warna, linoleum, pelarut lilin, *resin*, penghapus cat, dan lain-lain. Benzen juga merupakan bahan penting dalam penerbangan dan motor serta penyiapan produk farmasi (Wisaksono Satmoko, 2004).

### **B. Sumber Benzena ( $C_6H_6$ )**

Karena banyak digunakan, Benzena (  $C_6H_6$  ) tersebar di lingkungan. Merupakan komponen polusi baik indoor maupun outdoor. Benzena di udara dapat berasal dari SPBU, tumpahan bensin, emisi kendaraan bermotor, pembakaran batu bara dan minyak mentah, pemakaian cat semprot, dan asap rokok.

Benzena (  $C_6H_6$  ) digunakan sebagai bahan antara dalam pembuatan beberapa bahan kimia, termasuk Ethylbenzene (digunakan dalam sintesis Styrene), Cumene (digunakan dalam sintesis Phenol), Cyclohexane (digunakan untuk membuat damar nilon), dan Nitrobenzena (digunakan dalam mensintesis anilin). Benzena juga merupakan prekursor dalam manufaktur Urethan, Chlorobenzen, dan Maleic Anhydride benzena sejak dulu digunakan sebagai pelarut. Benzena merupakan komponen alami pada minyak tanah dan terdapat dalam bensin. Di beberapa negara, benzena secara terus-menerus digunakan sebagai pembersih pada rumah tangga (American Conference of Governmental Industrial Higienists, 1991).

Adapun metode pencemaran Benzena ( $C_6H_6$ ) di udara ambien terdiri atas pencemaran udara yang disebabkan oleh faktor alam dan pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia.

1. Pencemaran Benzena di udara ambien yang disebabkan oleh faktor alam.

Benzena terdapat secara alamiah di lingkungan, tetapi sumber alamiah tersebut hanya memberikan kontribusi dalam jumlah yang kecil terhadap keberadaan benzena di udara, air dan tanah. Adapun penyebab pencemaran benzena di udara oleh faktor alam adalah :

- a. Letusan gunung berapi yang dapat mengeluarkan gas-gas beracun seperti benzena ( $C_6H_6$ ),  $H_2S$  dan  $SO_2$ .
  - b. Kebakaran hutan yang dapat menghasilkan gas-gas beracun seperti benzena serta asap yang dapat mencemari lingkungan.
  - c. Minyak mentah, dimana benzena merupakan komponen alamiah yang terdapat dalam minyak mentah.
2. Pencemaran benzena di udara ambien yang disebabkan oleh kegiatan manusia.

Aktivitas manusia memberikan kontribusi terbesar terhadap keberadaan benzena ( $C_6H_6$ ) di lingkungan.

**a. Industri**

Sektor industri merupakan penyumbang pencemaran udara melalui penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkit tenaga. Benzena ( $C_6H_6$ ) merupakan salah satu gas buang dari

kegiatan industri. Selain itu Industri yang menggunakan benzena dalam pembuatan beberapa bahan kimia dan proses manufaktur seperti pembuatan damar, detergen serta plastik juga memberikan kontribusi terhadap pencemaran benzena di udara ambien. Salah satu penyebab meningkatnya pencemaran udara di Indonesia adalah urbanisasi dan industrialisasi yang tumbuh dengan cepat tetapi tidak diikuti dengan pengendalian pencemaran yang memadai dan efisien dalam penggunaan bahan bakar fosil. Dalam upaya penanggulangan pencemaran udara, setiap industri wajib melengkapi industrinya dengan fasilitas untuk pengukuran emisi gas buang dan pengukuran udara ambien serta melakukan pemantauan terhadap emisi gas buang dan ambien.

#### **b. Penggunaan bahan bakar**

Dengan adanya aktifitas perkotaan yang semakin meningkat akibat dari pesatnya pembangunan di bidang industri maka berdampak pula pada pengembangan transportasi perkotaan sehingga akan diikuti pula dengan peningkatan penggunaan bahan bakar oleh kendaraan bermotor. Dengan peningkatan penggunaan bahan bakar tersebut akan berdampak pada perubahan kualitas udara khususnya kualitas udara baik di tempat pengisian bahan bakar maupun di sekitar area stasiun pengisian bahan bakar yang mana pencemaran

udara dapat terjadi pada saat pemompaan bahan bakar khususnya bahan bakar bensin.

**c. Emisi kendaraan bermotor**

Sumber pencemaran Benzena ( $C_6H_6$ ) juga berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Kegiatan transportasi memberikan kontribusi terbesar terhadap pencemaran udara di kota-kota besar. Emisi kendaraan yang dikeluarkan melalui knalpot berupa senyawa kimia yang berbahaya berasal dari proses pembakaran Senyawa Hidrokarbon (dimana benzena merupakan salah satu senyawa hidrokarbon aromatik yang terdapat dalam bensin) , CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, dan PM sebagai campuran bahan bakar.

**d. Penggunaan bahan kimia yang disemprotkan ke udara**

Penggunaan bahan kimia yang disemprotkan ke udara juga merupakan salah satu sumber pencemaran benzena dalam udara ambien seperti pada penggunaan cat semprot. Dimana benzena akan mencemari udara ambien melalui uap – uap halus cat yang disemprotkan ke udara.

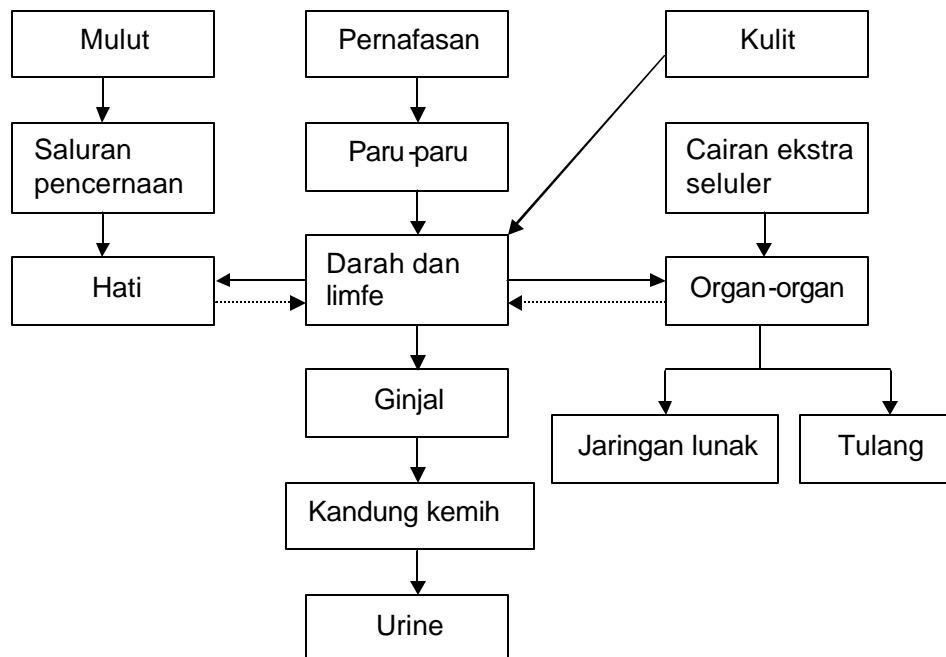
**C. Mekanisme Benzena ( $C_6H_6$ ) dalam Tubuh Manusia**

Masuknya benzena kedalam tubuh manusia melalui 3 jalan yakni 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. Benzena dalam tubuh manusia akan mengalami metabolisme untuk detoksifikasi, ekskresi maupun distribusi ke dalam organ-organ tubuh lain. Perjalanan dari proses absorpsi, distribusi dan ekskresi racun kimia dalam tubuh dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1.

Proses absorpsi, distribusi, dan ekskresi racun kimia dalam tubuh



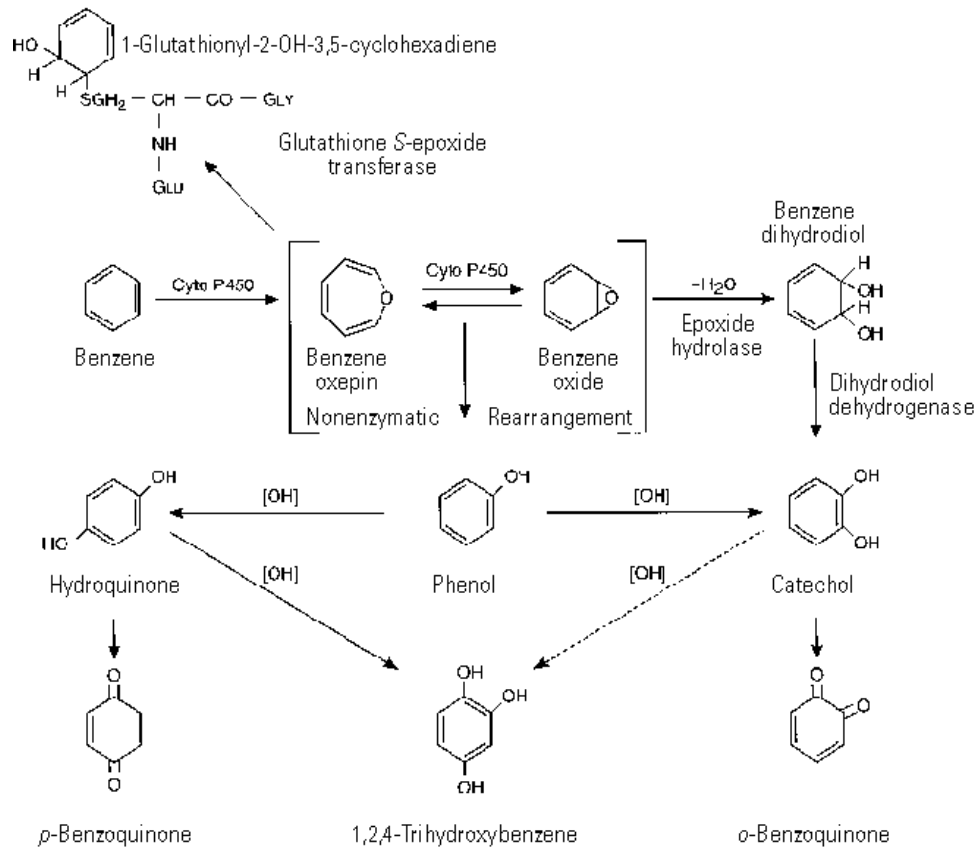
Sumber : ATSDR, 2005

Benzena yang masuk ke dalam 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)

Kegiatan metabolisme terutama terjadi di dalam hati, dimana benzena dioksidasi menjadi fenol (hidroksi benzena), katekol (1,2 – dihidroksibenzen), atau kuinol (1,4 – dihidroksibenzena) benzena kemudian dikonyugasi dengan sulfat, dan hidroksi benzena (fenol) lainnya, yang kesemuanya diekskresi melalui urine.

Gambar 2. Jalur Metabolisme Benzena



Sumber : ATSDR, 2005

#### **D. Efek Benzena ( C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ) terhadap Kesehatan Manusia**

Benzena ( C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ) digunakan secara luas dalam industri walaupun ia dapat membahayakan manusia. Pemaparan benzena dapat menyebabkan efek negatif terhadap kesehatan. Risiko kesehatan yang paling berbahaya mempengaruhi manusia yang terpapar benzena dalam jangka waktu yang lama. benzena biasanya masuk ke dalam tubuh melalui tiga cara yaitu melalui kontak kulit, mengkonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh benzena, atau melalui inhalasi. Di dalam tubuh, benzena memasuki pembuluh darah dan terbawa ke dalam sum-sum tulang belakang dan jaringan lemak (Wisaksono Satmoko, 2004).

Menurut dewan kesehatan Amerika Serikat, kandungan benzena di udara 5 ppm saja bisa mengakibatkan anemia dan gangguan syaraf. ATSDR telah menetapkan suatu nilai minimum terhadap risiko inhalasi akut (MRL) bagi benzena sebesar 0,2 mg/m<sup>3</sup> atau 0,05 ppm berdasarkan pada efek imunologi pada tikus

Keracunan benzen umumnya terjadi melalui inhalasi uap, walaupun benzen dapat berpenetrasi melalui kulit. Gejala keracunan hebat adalah kejang-kejang, koma, dan akhirnya meninggal. Benzen apabila tidak segera dikeluarkan melalui ekspirasi, maka akan diabsorpsi ke dalam darah. Benzen larut dalam cairan tubuh dalam konsentrasi sangat rendah dan secara cepat berakumulasi dalam jaringan lemak karena kelarutannya yang tinggi dalam lemak. Apabila benzen tertelan atau terinhalasi, maka



50% akan keluar melalui ekspirasi, atau ke luar bersama urin (Steffen. 2003).

Metabolisme terjadi di dalam hati; benzen dioksidasi menjadi hidroksi benzen, 1,2 dihidroksi benzen atau 1,4 dihidroksi benzen. Hidroksi benzen (fenol) kemudian mengalami konjugasi dengan sulfat anorganik menjadi senyawa fenilsulfat dan hidroksi benzen lain yang akhirnya diekskresi melalui urin. Jalur ini disebut *Major Pathway*. Beberapa peneliti Rusia menyatakan bahwa ekskresi fenilsulfat mencapai puncaknya 4-8 jam setelah pemaparan benzen.

### **1. Reaksi terhadap pemaparan akut benzen.**

#### **a. Keracunan melalui mulut.**

Tertelannya benzen melalui mulut akan menimbulkan tanda-tanda seperti: jalan sempoyongan, muntah, denyut nadi cepat, delirium, pneumonitis, hilang kesadaran; kehilangan kestabilan, dan koma. Sedangkan pada konsentrasi sedang, benzen dapat menyebabkan pusing, lemah, mual, sesak napas, dan rasa sesak di dada.

#### **b. Keracunan melalui kulit.**

Bila benzen terpapar di kulit, maka akan diabsorpsi, tetapi lebih kecil jika dibandingkan dengan absorpsi mukosa saluran napas. Secara lokal, benzen merupakan iritan kuat menimbulkan bercak merah dan terbakar serta menghilangkan lemak pada lapisan keratin yang menyebabkan dermatitis kering serta bersisik.

c. Keracunan inhalasi.

Penguapan benzen dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan keracunan; paling banyak akibat penghirupan/inhalasi. Pada tingkat permulaan, benzen terutama berpengaruh terhadap susunan saraf pusat. Tanda-tanda utamanya ialah perasaan mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo, delirium, dan kehilangan kesadaran. Pada pemaparan akut tingkat sedang dapat menyebabkan sindrom prearkosis yang khas ialah sakit kepala, perasaan pusing, atau mabuk, dan kadang-kadang mengalami iritasi ringan pada saluran napas dan cerna. Pemaparan akut dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan sesak napas, euforia, tinitus, dan anestesia yang dalam. Bila tidak segera ditolong, dapat terjadi kegagalan pernapasan, dan kejang. Berikut ini gejala pemaparan inhalasi akut benzen dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. : Gejala – gejala pada pemaparan akut benzene

<b>Kadar Uap Benzena</b>	<b>Lamanya Paparan</b>	<b>Gejala-gejala</b>
25 ppm	8 jam	Tidak ada
50 -100 ppm	6 jam	Mengantuk ringan dan 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 : ATSDR, 2005

d. Pengaruh terhadap sel

Benzen mempengaruhi sel hemopoetik darah tepi dan sum-sum tulang. Otopsi menunjukkan adanya tanda-tanda perdarahan di otak, perikardium, saluran kemih, membran mukosa dan kulit (ATSDR, 2005)

**2. Pemaparan benzen kronis**

Pemaparan benzen kronis secara inhalasi pada manusia dengan kadar rendah menyebabkan gejala psikologis. Gejala tersebut dipengaruhi oleh variasi individu, antara lain keadaan gizi, faktor genetik, keadaan imunologis tertentu, dan penggunaan alkohol atau obat-obatan. Tanda-tanda yang dihubungkan dengan pemaparan benzen kronis secara inhalasi berupa sakit kepala, pusing, kelelahan, anoreksia, dispnea, gangguan penglihatan, pucat, vertigo dan hilang kesadaran. Pemeriksaan laboratorium dapat menunjukkan beberapa pengaruh seperti hiperbilirubinemi, splenomegali, adrenomegali, anemia hemolitik, anemia aplastik, gangguan sistim limfatik, retikulositosis, leukopeni, pansitopeni, eosinofili, basofili, trombositopeni, monositosis, hiperplasi sumsum tulang dan penyimpangan kromosom. Pengaruh pemaparan kronis melalui inhalasi mempunyai tiga tingkatan, ialah :

a. Pemaparan konsentrasi rendah

Pemaparan ini menghasilkan perubahan sangat sedikit, hampir tidak jelas pada sistem hemopoetik.

b. Pemaparan konsentrasi sedang

Pemaparan ini akan mempengaruhi sintesis enzim tertentu, sensitisasi dan anemia.

c. Pemaparan konsentrasi tinggi

Pemaparan ini dapat menimbulkan gangguan sel darah yang irreversibel.

### **3. Pengaruh fisiologis**

Tenaga kerja yang terpapar kadar rendah secara kronis, menunjukkan tanda-tanda gangguan susunan saraf pusat, dan gangguan pandangan. Pengaruh utama keracunan benzen kronis adalah terhadap susunan saraf pusat yang mungkin tidak dapat segera dikenali karena gejalanya tidak spesifik seperti sakit kepala, anoreksia, vertigo, dan sebagainya. Sedangkan konsentrasi yang sangat tinggi menyebabkan sensitisasi jantung terhadap katekolamin dengan gejala denyut nadi cepat, sakit kepala, muntah, kehilangan kesadaran. Pada penelitian terakhir ternyata benzen menurunkan tekanan darah arteri dan perifer. Gejala ini akan hilang bila pemaparan dihentikan.

### **4. Pengaruh pada kulit**

Pemaparan benzen pada kulit akan mengakibatkan kulit menjadi peka (*dermal sensitizer*). Pemaparan jangka lama dapat menimbulkan luka bakar. Bila kulit terkena benzen terus menerus, maka lemak kulit akan hilang, menyebabkan eritema, kulit bersisik dan kering. Pada beberapa kasus terjadi pembentukan vesikula, dan papula.

## 5. Pengaruh hematologis

Pengaruh benzen terhadap sistem hemopoetik telah lama diketahui; gejalanya dapat dibagi atas tiga golongan sebagai berikut :

### a. Tingkat awal

Pada tingkat awal dapat terjadi gangguan pembekuan darah yang disebabkan oleh perubahan fungsi, morfologi dan jumlah trombosit, juga dapat menurunkan pembentukan semua komponen darah. Jika dapat didiagnosis dan segera diobati, dapat sembuh sempurna (reversibel).

### b. Tingkat lebih lanjut

Pada tingkat lanjut, sumsum tulang menjadi hiperplastik kemudian hipoplastik, metabolisme besi terganggu, terjadi perdarahan sistemik. Diagnosis dan pengobatan harus cepat dan tepat dan hindari pemaparan selanjutnya. Dalam pemeriksaan jumlah eritrosit kurang dari 3,5 juta, leukosit kurang dari 4500, jumlah trombosit menurun, besi meningkat. Bila tidak segera ditangani berlanjut ke fase ketiga.

### c. Fase ketiga

Dalam fase ini dapat terjadi aplasi sumsum tulang yang progresif. Mungkin ada penekanan regenerasi sumsum tulang dengan adanya kerusakan sel darah tepi, yang akhirnya mengakibatkan kelambatan daya regenerasi.

d. Pengaruh pada sub sel

Pada pekerja yang terpapar benzen bertahun-tahun akan terjadi penyimpangan kromosom dalam limfosit darah tepi (Barbieri, anna. 2002).

### **D. Diagnosa Keracunan Benzena**

Tingkat keterpaparan benzen bagi pekerja dapat diketahui dari informasi pemeriksaan klinis dan perubahan biokimia darah pada pekerja. Pemeriksaan klinis dilakukan untuk mengetahui bahwa seseorang itu berada pada risiko dari efek keracunan benzen.

#### **1. Mengukur benzena dalam udara ekspirasi**

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

#### **2. Mendeteksi adanya fenol dalam urine**

Fenol adalah metabolit utama pada benzena dalam tubuh, pada percobaan dengan menggunakan kelinci, kira-kira 25 – 50% benzen dimetabolisme menjadi fenol.

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

### **3. Mengukur konsentrasi benzen dalam darah**

Mengukur konsentrasi dalam darah berguna untuk mengestimasi kadar benzen dalam jaringan tubuh lainnya. Dalam hal ini pengukuran benzen dalam darah bukan indikator pemantauan biologis yang tepat untuk pemaparan benzen, 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 platalet-platalet darah serta indeks warna yang lebih besar dari 1,0

### **5. Menghitung besarnya risiko 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. Pada rasio 50% menunjukkan tingkat keracunan berbahaya. Pada rasio 25% keadaan sudah sangat berbahaya (Stewart, 2000)

## **E. Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Konsentrasi Benzena pada Pekerja**

### **1. Masa Kerja**

Masa kerja merupakan masa atau waktu dimulainya seseorang bekerja disuatu perusahaan sampai dilakukannya penelitian. Lamanya waktu seseorang disuatu perusahaan akan mempengaruhi aktivitasnya karena semakin lama bekerja di perusahaan tersebut akan semakin banyak mereka mengetahui dan mengenal situasi serta kondisi lingkungan kerja yang dapat berakibat baik atau buruk bagi tenaga kerja.

Masa kerja bagi seseorang juga menentukan efesiensi dan sproduktivitasnya. Semakin lama mereka bekerja di suatu perusahaan, semakin besar kemungkinan mereka terpapar oleh faktor-faktor lingkungan kerja baik fisik maupaun kimia yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit akibat kerja sehingga berakibat menurunnya efesiensi dan produktivitas kerja seorang tenaga kerja.

### **2. Lama Kerja**

Menurut UU Ketenaga kerjaan NO. 25 tahun 1997 pasal 100 ayat 2 bahwa waktu kerja yang dipersyaratkan adalah :

a. Waktu kerja siang, yaitu

- 1) 7 jam sehari/40 jam seminggu untuk 6 hari kerja dalam seminggu.



2) 8 jam sehari/40 jam seminggu untuk 5 hari kerja dalam seminggu.

b. Waktu kerja malam hari

1) 6 jam sehari/35 jam seminggu untuk 6 hari kerja dalam seminggu.

2) 7 jam sehari/35 jam seminggu untuk 5 hari kerja dalam seminggu.

c. Waktu kerja lembur

1) 3 jam dalam sehari dan 14 jam dalam seminggu

2) 8 jam dalam sehari waktu kerja siang hari untuk melakukan pekerjaan pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi ditetapkan.

3) 7 jam dalam sehari waktu kerja malam hari untuk melakukan pekerjaan pada waktu istirahat minggu atau hari libur resmi yang ditetapkan.

### **3. Alat Pelindung Diri (APD)**

Alat pelindung diri adalah alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuhnya dari adanya kemungkinan potensi bahaya atau kecelakaan kerja (UU. No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja).

Setiap perusahaan mempunyai potensi bahaya yang berbeda-beda dengan jenis teknologi, bahan produksi dan proses produksinya, oleh karena itu penggunaan alat pelindung diri di perusahaan juga

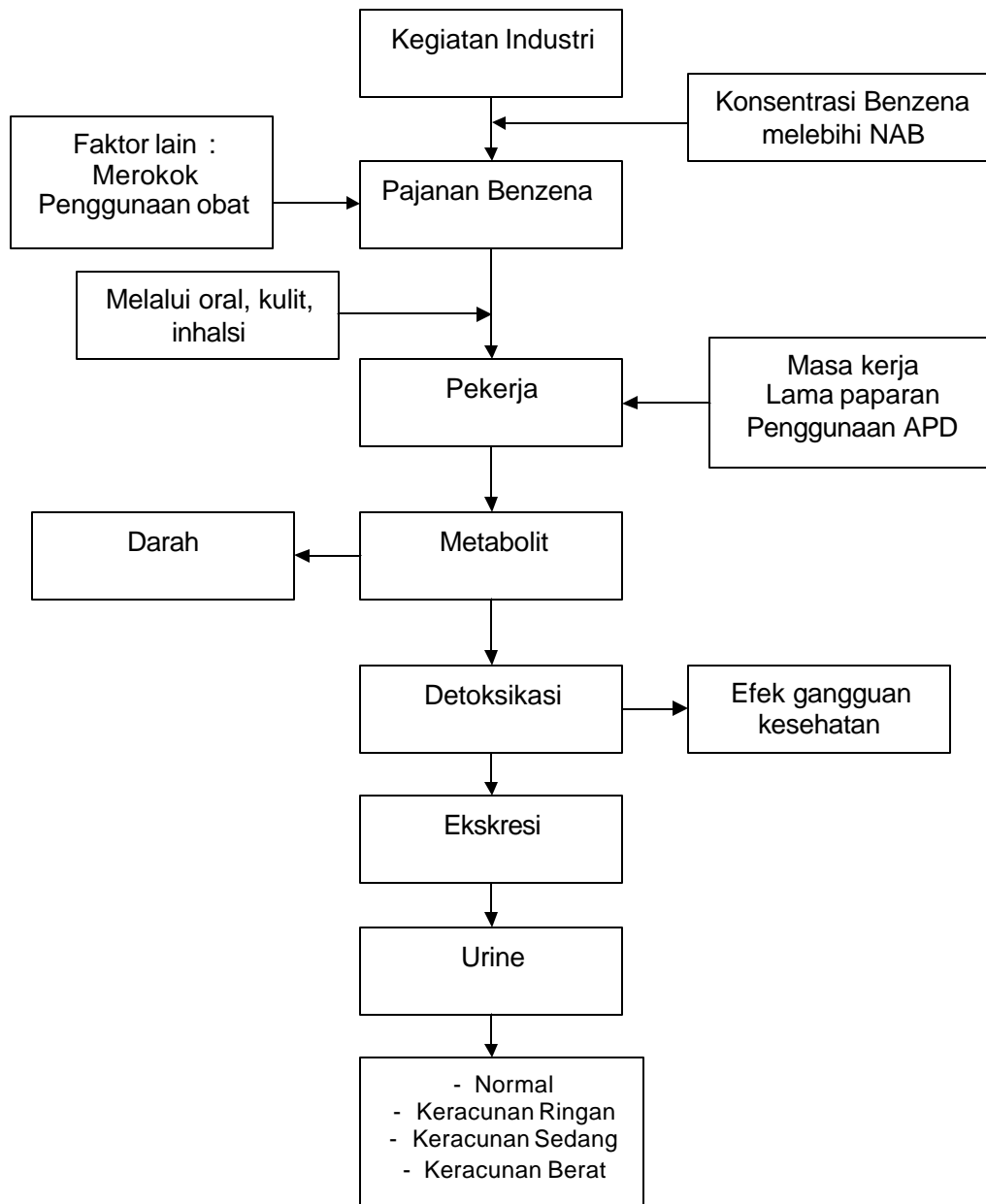
harus disesuaikan dengan potensi bahaya yang ada. Bagi pekerja yang terpapar benzena di tempat kerja, proses absorpsi paling sering melalui inhalasi, kulit, dan mulut. Untuk mengurangi risiko keterpaparan benzena perusahaan perlu menyediakan alat pelindung diri seperti pakaian kerja, sarung tangan, dan masker.

Penggunaan alat pelindung diri juga harus memenuhi kriteria :

1. Dapat memberikan perlindungan yang efektif
2. Dapat memberikan kenyamanan dan bukan sebagai beban tambahan bagi sipemakai
3. Bentuknya cukup menarik
4. Peralatan tersebut tidak menimbulkan gangguan
5. APD harus memenuhi standar yang telah ditetapkan
6. Cukup suku cadang dan mudah untuk pemeliharaan dan penyimpanan

## G. Kerangka Teori dan Kerangka Konsep

### Kerangka Teori

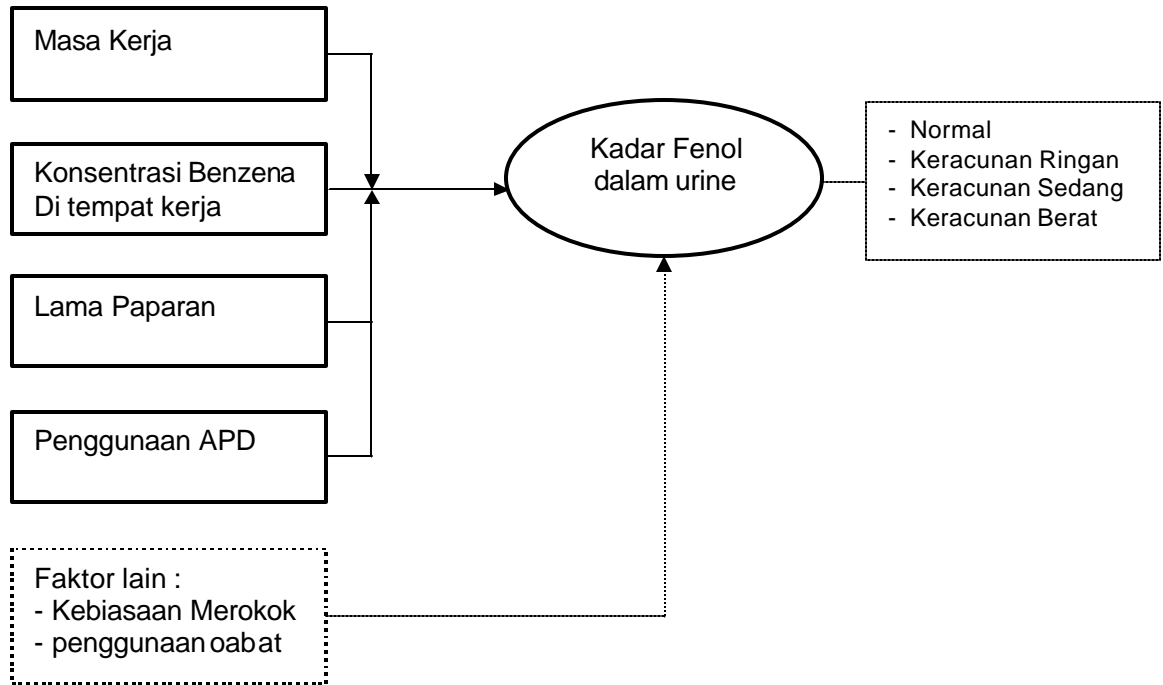


Benzen ( $C_6H_6$ ) adalah salah satu zat pencemar yang mempunyai sifat toksik baik terhadap tenaga kerja maupun lingkungan di tempat kerja. Kadar fenol dalam kemih pekerja sangat dipengaruhi oleh konsentrasi benzen di lingkungan kerja, konsentrasi benzen di udara pada lingkungan tempat kerja di Indonesia sesuai dengan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor SE 01/Men/1997 nilai ambang batas untuk benzen adalah 10 ppm, keterpaparan oleh benzen di tempat kerja mengakibatkan gangguan kesehatan pada pekerja

Masa kerja, lama paparan, lingkungan kerja merupakan faktor risiko yang dapat mempengaruhi pekerja terpajan oleh benzen, seorang pekerja yang terpajan benzen sebagai metabolit dari tubuh yaitu kadar fenol dalam urine dan kadar benzen dalam darah. Semakin lama pekerja terpapar oleh benzen semakin tinggi pula kadar benzen dalam urine dan darah pekerja.

Selain itu penggunaan alat pelindung diri berfungsi membatasi jumlah paparan benzen yang masuk dalam tubuh pekerja. Tempat kerja harus menyiapkan pakaian pelindung dan peralatan bagi pekerja yang terpapar benzen, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan bahkan kematian pada pekerja.

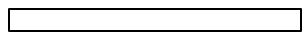
## Kerangka Konsep



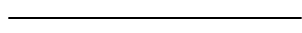
### Keterangan :



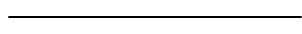
: Variabel Dependen



: Variabel Independen



: Variabel yang diteliti



: Variabel yang tidak diteliti

## H. Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja dengan kadar fenol dalam urine pada pekerja
2. Ada pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja dengan kadar fenol dalam urine pada pekerja kaitannya dengan masa kerja
3. Ada pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja dengan kadar fenol dalam urine pada pekerja kaitannya dengan lama kerja
4. Ada pengaruh konsentrasi benzena di tempat kerja dengan kadar fenol dalam urine pada pekerja kaitannya dengan penggunaan APD
5. Ada faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar fenol dalam urine pada pekerja

## I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

1. Konsentrasi Benzena (  $C_6H_6$  ) di udara ambien adalah kadar rata-rata benzena pada tiga titik di lokasi pengukuran yaitu bagian pengamplasan, dempul, dan finishing pengambilannya menggunakan alat Pompa Sampel Personal dan dinyatakan dalam satuan  $\mu g/m^3$  atau ppm.

### Kriteria Objektif

Melebihi NAB : Jika kadar rata-rata benzena di tiga titik pengukuran > 10 ppm ( $32 \mu g/m^3$ ).

Tidak Melebihi NAB : jika kadar rata-rata benzena di tiga titik pengukuran = 10 ppm (32 µg/m<sup>3</sup>). (SE. Menteri Tenaga Kerja 01/men/1997)

2. Kadar fenol urine adalah besarnya konsentrasi fenol yang terkandung dalam urine diketahui dari pengembangan warna dan dinyatakan dalam mg/l.

**Kriteria Objektif :**

Normal : Jika kadar fenol urine < 26 mg/l  
Keracunan Ringan : jika kadar fenol urine 26 - 66 mg/l  
Keracunan Sedang : jika kadar fenol urine 94 – 136 mg/l  
Keracunan Berat : jika kadar fenol urine 326 mg/l

(Standar Pengukuran Fenol Urine Balai Besar K3 Makassar, 2008)

3. Lama paparan adalah lamanya tenaga kerja terpapar oleh benzena di tempat kerja selama 8 jam dalam satu hari kerja atau 40 jam dalam satu minggu kerja

**Kriteria objektif :**

Lama : Bilamana tenaga kerja bekerja > 8 jam sehari atau > 40 jam dalam seminggu  
Tidak lama : Bilamana tenaga kerja bekerja = 8 jam sehari atau = 40 jam dalam satu minggu (UU Tenaga Kerja No. 13 tahun 2003).

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

**Kriteria objektif :**

Tidak Lama : Bilamana tenaga kerja mempunyai masa kerja = 8 tahun

Lama : Bilamana tenaga kerja mempunyai masa kerja > 8 tahun

5. Penggunaan alat pelindung diri (APD) adalah alat pelindung yang digunakan pekerja untuk melindungi tubuh dari paparan benzena di tempat kerja

**Kriteria Objektif :**

Memakai : Bilamana tenaga kerja menggunakan APD selama bekerja atau selama berada di lingkungan kerja

Tidak memakai : Bilaman tenaga kerja tidak menggunakan selama bekerja atau selama berada dilingkungan kerja.