

HUBUNGAN ANTARA PAPARAN BENZENA DENGAN PROFIL DARAH PADA PEKERJA DI INDUSTRI PERCETAKAN X KOTA SEMARANG

Wahida Inayatun Nikmah, Yusniar Hanani D., Budiyo
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: wahida.ina@gmail.com

Abstract: Benzene is one of toxic air pollutants. In printing industry, benzene contained in the ink and solvent. Environmental Protection Agency (EPA) has classified benzene in the Group A (carcinogen for humans). Chronic effect of benzene exposure were defect in bone marrow which characterized by changes in blood profile. The purpose of this research was to analyze the correlation between benzene exposure and blood profile on workers in the printing industry X. The research type was an analytic observational with cross sectional approach. Blood profile includes haemoglobin, erythrocytes, leukocytes, platelets, haematocrit, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH) and mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC). Samples were 14 workers in production department printing industry X. About 2-3 cc venous blood of each workers was taken for blood profile analysis. Inhaled benzene by workers taken by using personal dust sampler and carbon active coconut shell charcoal in accordance NIOSH 1501 method. Data were analyzed by univariate and bivariate using Spearman rank correlation test. The result showed that the average inhaled benzene concentration = 0.1322 ppm. The average of haemoglobin = 14.85 gr/dL; erythrocytes = 5.31×10^6 cells/ μ L; leukocytes = 6.8486×10^3 cells/ μ L; platelets = 265.7857×10^3 cells/ μ L; haematocrit = 43.5143%; MCV = 82.6286 fL; MCH = 28.2 pg, and MCHC = 34.1143 gr/dL. There was a significant correlation between benzene exposure and mean corpuscular volume (MCV) ($p=0.005$; $r=0.705$). There were no significant correlation between benzene exposure and haemoglobin, erythrocytes, leukocytes, platelets, haematocrit, MCH and MCHC ($p>0.05$). The conclusion of this study is inhaled benzene concentration in workers was above REL NIOSH, 0.1 ppm, but that was still in low level exposure. The worker's blood profile still in the normal standard. Benzene exposure correlated to MCV.

Key words : Benzene concentration, hematology, haemoglobin, erythrocyte, leukocytes, platelets, haematocrit, MCV, MCH, MCHC

References : 63 (1986 – 2016)

PENDAHULUAN

Industri percetakan menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat. Salah satunya adalah senyawa organik yang mudah menguap atau *Volatile Organic Compounds* (VOCs) yang dikeluarkan dari proses percetakan terutama pada bahan pembersih, tinta dan larutan lain untuk membasahi plat cetak. Penerapan senyawa organik dalam proses percetakan dapat mempengaruhi risiko gangguan kesehatan dan keselamatan dalam hal polusi udara di tempat kerja, salah satunya adalah benzena.^{1,2}

Benzena merupakan salah satu pencemar udara yang bersifat toksik. *Environmental Protection Agency* (EPA) dan *International Agency for Research on Cancer* (IARC) telah mengklasifikasikan benzena pada kategori Grup A yaitu zat kimia yang terbukti bersifat karsinogen untuk manusia.³ Dampak paparan benzena secara kronis yaitu kerusakan pada sistem hematopoiesis di sumsum tulang. Gambaran klinisnya meliputi gejala dan tanda-tanda anemia, infeksi dan mudah memar atau perdarahan. Salah satu dampak lanjut dari kerusakan sumsum tulang ini adalah risiko terjadinya penurunan jumlah elemen sel darah secara progresif.^{2,4}

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rothman (1996), terjadi penurunan parameter hematologi (sel darah merah, sel darah putih, hematokrit) selama pekerja terpapar oleh benzena.⁵ Penelitian Robbins dan Kumar (1995) benzena dapat menyebabkan kegagalan sel induk mieloid yang mengakibatkan berkurangnya produksi hemoglobin dan sel darah merah.⁶

Industri percetakan X berpotensi menimbulkan paparan benzena pada pekerja bagian produksi yang mengalami kontak langsung dengan benzena saat mencetak atau membersihkan peralatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Suriya pada industri percetakan di Jakarta menunjukkan hasil pengukuran rata-rata dari 5 titik pengukuran kadar benzena di lingkungan terpajan tinggi adalah sebesar 51 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar benzena di lingkungan kerja adalah lima kali lebih besar dari NAB yang ditetapkan pada SNI 19-0232-2005 yaitu sebesar 10 ppm.⁷

Hasil studi pendahuluan menunjukkan pekerja merasakan bau aroma khas benzena di ruang produksi. Pekerja juga mengalami keluhan seperti pusing, mual, mengantuk, dan kelelahan yang berlebihan. Serta seluruh pekerja tidak memakai APD yang berupa respirator dan sarung tangan lateks.

Pada penelitian sebelumnya di industri percetakan X belum dilakukan pengukuran kadar benzena secara obyektif sehingga belum diketahui seberapa besar paparan benzena yang terinhalasi oleh pekerja. Maka diperlukan pengukuran kadar benzena agar industri percetakan dapat mengetahui seberapa besar konsentrasi benzena yang dapat memapari pekerja dan pengaruhnya terhadap kondisi profil darah pada pekerja yang meliputi hemoglobin, eritrosit, leukosit, trombosit, hematokrit, *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Haemoglobin* (MCH), dan *Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration* (MCHC).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Sampel subyek diambil menggunakan metode *total population sampling*, yaitu 14 pekerja di bagian produksi industri percetakan X. Sampel obyek adalah benzena yang terinhalasi oleh pekerja di bagian produksi industri percetakan X. Pengambilan sampel benzena menggunakan *personal dust sampler* SKC model 224-PCXR8 dan karbon aktif *coconut shell charcoal* berdasarkan NIOSH 1501. Kemudian dianalisis menggunakan Gas chromatography dengan *Flame Ionization Detector* (GC/FID). Untuk pemeriksaan darah dilakukan pengambilan sampel darah vena \pm 2-3 cc. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung yang telah berisi antikoagulan EDTA dan dianalisis menggunakan *blood cell counter* SYSMEX XS-800i.

Data dianalisis secara univariat dan bivariat dengan menggunakan uji normalitas *shapiro-wilk* dan uji korelasi *rank spearman*. Variabel perancu yang meliputi jenis kelamin, umur, status gizi, masa kerja, kebiasaan merokok, lama paparan, riwayat penyakit, penggunaan alat pelindung diri (APD) hanya dianalisis secara univariat untuk mengetahui gambaran distribusi frekuensi karakteristik pekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Karakteristik Pekerja

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik pekerja industri percetakan X

Karakteristik Pekerja	Frekuensi	%
1. Jenis Kelamin		
Laki-laki	12	87,5
Perempuan	2	14,3
2. Umur		
\geq 31,5 tahun	5	35,7
$<$ 31,5 tahun	9	64,3
3. Status gizi		
Kurus	2	14,3
Normal	7	50
Gemuk	5	35,7
4. Masa kerja		
\geq 7,5 tahun	5	35,7
$<$ 7,5 tahun	9	64,3
5. Kebiasaan merokok		
Perokok berat	2	14,3
Perokok sedang	0	0
Perokok ringan	5	35,7
Bukan perokok	7	50
6. Riwayat penyakit		
Ada riwayat penyakit	3	21,4
Tidak ada riwayat penyakit	11	78,6
7. Penggunaan APD		
Tidak memakai APD	14	100
Memakai APD	0	0
8. Lama paparan	: rata-rata = 8 jam/hari	

B. Gambaran Kadar Benzena yang Terinhalasi oleh Pekerja

Hasil pengukuran kadar benzena menunjukkan bahwa rata-rata kadar benzena yang terinhalasi oleh pekerja melewati batas paparan yang direkomendasikan oleh NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) yaitu 0,1 ppm. Menurut NIOSH, paparan benzena yang melebihi batas akan menyebabkan hematotoksitas dan leukimia pada manusia. Kadar benzena yang terinhalasi oleh pekerja dapat dikategorikan dalam kadar paparan rendah dengan rata-rata hanya sebesar 0,132 ppm (SD \pm 0,1742). Bila dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.13/MEN/X/2011 yaitu 0,5 ppm, kadar benzena pada pekerja masih di bawah NAB.

Meskipun demikian, benzena memiliki tingkat risiko terhadap kesehatan yang diklasifikasikan dalam kelompok A-1 yaitu zat kimia yang terbukti karsinogen untuk manusia.^{5,8}

C. Gambaran Kadar Benzena yang Terinhalasi oleh Pekerja

Tabel 2. Hasil pemeriksaan profil darah pekerja industri percetakan X

Profil Darah	Rata-rata	±SD
Hemoglobin (gr/dL)	14,8500	1,44315
Eritrosit (10 ⁶ /μL)	5,3100	0,65945
Leukosit (10 ³ /μL)	6,8486	1,62667
Trombosit (10 ³ /μL)	265,7857	65,47246
Hematokrit (%)	43,5143	3,79065
MCV (fL)	82,6286	7,95723
MCH (pg)	28,2000	2,90623
MCHC (gr/dL)	34,1143	0,79213

Hasil pemeriksaan profil darah pekerja di industri percetakan X diperoleh rata-rata yang belum

Variabel	Nilai <i>r</i>	Nilai <i>p</i>
1.Kadar benzena dengan Hemoglobin	0,415	0,140
2.Kadar benzena dengan Eritrosit	-0,002	0,994
3.Kadar benzena dengan Leukosit	0,055	0,852
4.Kadar benzena dengan Trombosit	-0,095	0,748
5.Kadar benzena dengan Hematokrit	0,444	0,111
6.Kadar benzena dengan MCV	0,705	0,005
7.Kadar benzena dengan MCH	0,447	0,109
8.Kadar benzena dengan MCHC	0,011	0,970

mengalami penurunan berarti. Hal ini menunjukkan bahwa profil darah pekerja di industri percetakan X masih dalam kategori normal. sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Kemenkes RI tahun 2011.⁹

Walaupun masih dalam kategori normal, namun jumlahnya cenderung rendah atau mendekati batas bawah standar normal.

Salah satu dampak kesehatan yang terjadi akibat paparan benzena adalah gangguan sistem hematologi karena organ target benzena adalah sumsum tulang tempat pembentukan sel darah. Terdapat beberapa jenis gangguan hematologi akibat paparan benzena yaitu *pancytopenia* yang merupakan penurunan jumlah elemen darah (eritrosit, leukosit, dan trombosit), anemia aplastik, hingga leukimia akut.³ Berkurangnya jumlah elemen darah merupakan indikasi awal untuk mengetahui keterpaparan benzena tingkat rendah, lebih jelasnya perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan pada sumsum tulang untuk mengetahui tingkat kerusakan akibat paparan benzena.

D. Hubungan antara Paparan Benzena dengan Profil Darah Pekerja

Hasil analisis uji korelasi *rank spearman* dapat disimpulkan ada hubungan yang signifikan antara paparan benzena dengan nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) pekerja dengan nilai *p* = 0,005. Koefisien korelasi (nilai *r*) = 0,705 menunjukkan hubungan yang kuat antara paparan benzena dengan MCV dengan arah korelasi positif. Artinya apabila kadar benzena mengalami peningkatan maka nilai MCV juga akan meningkat.

Tabel 3. Hasil uji korelasi *rank spearman* kadar benzena yang terinhalasi dengan profil darah pekerja industri percetakan X

Sejalan dengan penelitian Rothman (1996), yang menyebutkan bahwa terjadi penurunan parameter hematologi (total eritrosit, leukosit, trombosit, dan hematokrit) selama

bekerja terpajan oleh benzena, jika dibandingkan dengan kontrol, dengan pengecualian bahwa nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) justru meningkat.^{5,6} Hal ini juga sejalan dengan penelitian Kamal dan Malik (2012) tentang gambaran hematologi pada pekerja yang terpapar benzena, menyebutkan bahwa rata-rata nilai MCV pada pekerja penyemprotan cat mobil lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, sedangkan parameter hematologi lain mengalami penurunan dari kelompok kontrol.¹⁰

Nilai MCV yang meningkat menunjukkan ukuran eritrosit yang besar (makrositik), hal ini merupakan kondisi klinis anemia megaloblastik. Anemia megaloblastik terjadi akibat terganggunya sintesis DNA pada proses pematangan inti sel darah merah di sumsum tulang. Hal ini mengakibatkan pembelahan sel berlangsung secara lambat.¹⁴

Terganggunya sintesis DNA dapat disebabkan oleh reaksi metabolit *benzene oksida* yang berikatan dengan asam nukleat. Hal ini menyebabkan mutasi (duplikasi gen) pada lokus *glycophorin A* (GPA). Ketika tingkat mutasi diukur pada lokus GPA, frekuensi sel somatis dengan genotip NN meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa prekursor sel darah hanya memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa untuk duplikasi gen, sedangkan senyawa yang digunakan untuk menonaktifkan mutasi tersebut tidak dihasilkan oleh sel di sumsum tulang. Hal ini menyebabkan gen yang terduplikasi semakin meningkat hingga menimbulkan kerusakan genetik DNA prekursor sel darah.¹⁵

Kerusakan genetik DNA ini menghambat pematangan prekursor eritroid (tunas-tunas sel darah

merah). Meskipun sintesis DNA terganggu, namun sintesis RNA tetap berlangsung normal yang mengakibatkan komponen sitoplasma dalam sel menumpuk. Ketidakseimbangan proses pematangan nukleus (inti) dan sitoplasma sel darah merah ini mengakibatkan sel darah merah yang diproduksi memiliki ukuran lebih besar dari normal. Selain itu sel darah merah cenderung mudah pecah di sumsum tulang sebelum memasuki aliran darah, sehingga mengakibatkan anemia.^{3,11,12,13}

Pada umumnya, sel darah merah makrositik pada anemia megaloblastik disebabkan oleh kekurangan vitamin B12 atau asam folat yang mempengaruhi sintesis DNA pada tunas-tunas sel darah merah. Namun dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran kadar vitamin B12 dan asam folat pada pekerja, sehingga tidak dapat dipastikan pengaruhnya terhadap kondisi klinis anemia megaloblastik yang ditandai dengan peningkatan MCV.¹⁰

Berdasarkan hasil analisis uji korelasi *rank spearman* dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara paparan benzena dengan kadar hemoglobin, jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, hematokrit, MCH dan MCHC pada pekerja dengan nilai $p > 0,05$. Hal ini dimungkinkan karena tingkat paparan benzena yang dialami pekerja masih dalam tingkat paparan ringan, dengan rata-rata kadar benzena yaitu 0,132 ppm ($SD \pm 0,1742$) dan rata-rata lama paparan selama 7,5 tahun ($SD \pm 6,642$). Sehingga tingkat kerusakan sumsum tulang dan gangguan pembentukan elemen darah seperti eritrosit, leukosit, dan trombosit masih relatif ringan. Penurunan jumlah elemen darah

secara keseluruhan akan tampak jelas pada paparan benzena yang lama dan kadar paparan di atas 100 ppm.¹⁴

Pada tahun 2009, Pesatori *et al* melakukan penelitian mengenai efek hematologi awal terhadap populasi manusia yang terpajan oleh konsentrasi rendah benzena. Penelitian tersebut mengevaluasi hematologi (eritrosit, leukosit, neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, basofil, hemoglobin, MCV, MPV) terhadap 153 pekerja petrokimia yang terpajan benzena dengan rentang konsentrasi 0,01 – 23,9 ppm. Hasil yang didapatkan diketahui tidak ada efek dosis terhadap respon pada sebagian besar parameter hematologi yang diperiksa.¹⁴ Hal ini sesuai dengan WHO yang menyatakan bahwa tidak ada efek terhadap sumsum tulang atau timbulnya anemia pada pekerja yang terpapar benzena dengan kadar 3,2 mg/m³ (1 ppm) atau kurang dari itu selama 10 tahun.¹⁶

KESIMPULAN

1. Rata-rata kadar benzena yang terinhalasi oleh pekerja di industri percetakan X sebesar 0,1322 ppm telah melebihi nilai ambang batas (NAB) menurut NIOSH yaitu 0,1 ppm, namun masih dalam tingkat paparan ringan.
2. Rata-rata profil darah pekerja di industri percetakan X menunjukkan masih dalam standar normal.
3. Ada hubungan yang signifikan antara paparan benzena dengan *Mean Corpuscular Volume* (MCV) pada pekerja di industri percetakan X Kota Semarang ($p = 0,005$; $p < 0,05$). Tidak ada hubungan yang signifikan antara paparan benzena dengan hemoglobin, eritrosit, leukosit, trombosit, hematokrit, *Mean*

Corpuscular Haemoglobin (MCH), dan *Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration* (MCHC) pada pekerja di industri percetakan X Kota Semarang ($p > 0,05$).

SARAN

1. Industri percetakan X sebaiknya melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala melalui monitoring profil darah pekerja. Serta mewajibkan seluruh pekerja untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) berupa masker respirator dan sarung tangan lateks.
2. Pekerja harus menggunakan APD pada saat bekerja. Pekerja di industri percetakan X sebaiknya rutin memeriksakan kesehatan karena bekerja pada tempat yang berisiko.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian mengenai paparan benzena di tempat yang lebih berisiko terpapar benzena. Dilakukan pengamatan dan analisis faktor-faktor penyebab yang kemudian dihubungkan dengan salah satu biomarker paparan benzena dalam tubuh atau penyakit-penyakit yang merupakan akibat dari pekerjaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jelena K, Branislav, Dragan A, Aleksandra M, Selena G. *Register of Hazardous Materials in Printing Industry as A Tool for Sustainable Development Management*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Januari 2012; Vol.16 No.1 hal. 660-667.
2. Wijaya C. *Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1995.
3. Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ASTDR).

- Toxicological Profile for Benzene*, 2007. [Online] [Dikutip: 31 Maret 2016.] <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3-p.pdf>.
4. Mehta AB, Hoffbrand AV. *Haematology at Glance*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2005.
 5. Rothman N, Smith MT, Hayes RB, Li GL, Irons RD, Dosemeci M, et al. *An Epidemiologic Study of Early Biologic Effects of Benzene in Chinese Workers*. *Environ Health Perspect*. 1996 December. 104 (Suppl 6): 1365–1370.
 6. Haen MT, Oginawati K. *Hubungan Paparan Senyawa Benzena, Toluena dan Xylen dengan Sistem Hematologi Pekerja di Kawasan Industri Sepatu*. *Jurnal Lingkungan*. 2011; Vol.2 No.1.
 7. Suriya K. *Analisis Hubungan Kadar Fenol Urin dengan Paparan Uap Benzena pada Pekerja di Suatu Percetakan di Jakarta*. Tesis. Depok : Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran, 2003. [Online] [Dikutip: 14 April 2016] <http://lib.ui.ac.id/file?file=pdf/meta-data-75587.pdf>
 8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Pedoman Interpretasi Data Klinik*. Jakarta : Dirjen Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2011.
 9. Kamal A, Malik RN. *Hematological Evidence of Occupational Exposure to Chemicals and Other Factors among Auto-Repair Workers in Rawalpindi Pakistan*. *Osong Public Health Res Perspect*. 2012 December; 3(4): 229–238.
 10. Schick P, Talavera F, Sacher RA, Besa EC. *Megaloblastic Anemia*. 2014. [Online] [Dikutip: 21 Agustus 2016] <http://emedicine.medscape.com/article/204066-overview#showall>.
 11. Elsayed ASI. *Hematotoxicity and Oxidative Stress Caused by Benzene*. *Journal of Biomedical Research*. 2015 December; Vol 1 (6) pp. 074-080.
 12. Herrin VE, Besa EC. *Macrocytosis*. 2016. [Online] [Dikutip: 21 Agustus 2016] <http://emedicine.medscape.com/article/203858-overview#showall>.
 13. Guyton AC, Hall JE. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Terjemahan) Edisi 11*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2007.
 14. Pesatori AC, Garte S, Popov T, Georgieva T, Panev T, Bonzini M, et al. *Early Effects of Low Benzene Exposure on Blood Cell Counts in Bulgarian Petrochemical Workers*. *Med Lav*. 2009 Mar-Apr.100(2):83-90.
 15. EPA-IRIS. *Toxicological Review of Benzene (Noncancer Effect)*. Washington : s.n., 2002.
 16. World Health Organization (WHO). *Air Quality Guidelines for Europe*. 2000.

