

## Hubungan Konsentrasi Benzena dengan Kadar Eritrosit Pada Pekerja Produksi AUP Surabaya

### *The Relationship Between Benzene Concentration and Erythrocyte Levels Inworkers Production AUP Surabaya*

Frizki Rana Karisma Putri<sup>1</sup>, Abdul Rohim Tualeka<sup>\*1</sup>, Juliana Jalaludin<sup>1</sup>, Ahsan Ahsan

#### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Industri percetakan adalah industri tulisan dan gambar massal yang menggunakan tinta pada kertas dan mesin cetak. Dalam proses produksinya digunakan tinta dan pelarut yang mengandung bahan kimia, salah satunya adalah benzena. Paparan benzena dapat meningkatkan konsentrasi benzena di lingkungan kerja serta meningkatkan risiko kesehatan bagi pekerja. Benzene menargetkan darah yang dapat mengurangi jumlah sel darah yang ada dalam tubuh atau anemia

**Tujuan:** Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi benzena dengan eritrosit dan hemoglobin pada pekerja bagian produksi di Airlangga University Press.

**Metode:** Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi benzena dan variabel terikatnya adalah kadar eritrosit dan hemoglobin. Penelitian ini menggunakan metode observasional dengan pendekatan kuantitatif dan cross sectional. Semua 11 pekerja produksi di perusahaan percetakan Airlangga University Press diambil sebagai sampel dalam penelitian ini. Data dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji korelasi Pearson

**Hasil:** konsentrasi benzena pada pekerja produksi percetakan berada di bawah nilai ambang batas. Rerata kadar hemoglobin dan eritrosit pekerja dalam batas normal. Tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi benzena dengan eritrosit ( $p = 0,816$ ) pada pekerja di bagian produksi percetakan Airlangga University Press

**Kesimpulan:** Efek kesehatan yang terjadi akibat paparan benzena adalah gangguan sistem hematologi dimana target utama benzena adalah sumsum tulang. Paparan benzena dapat menurunkan jumlah sel darah dan berkontribusi pada jumlah leukosit, eritrosit, dan trombosit di perifer darah

**Kata Kunci:** konsentrasi benzena, eritrosit, hemoglobin, percetakan

#### ABSTRACT

**Background:** The printing industry is a mass writing and drawing industry that uses ink on paper and printing machines. In the production process used ink and solvents containing chemicals, one of which is benzene. Exposure to benzene can increase the concentration of benzene in the work environment and increase health risks for workers. Benzene targets the blood which can reduce the number of blood cells present in the body or anemia.

**Objectives:** of this study was to determine the relationship between the concentration of benzene with erythrocytes and hemoglobin in production workers at Airlangga University Press

**Methods:** The independent variable used is the concentration of benzene and the dependent variable is the level of erythrocytes and hemoglobin. This study used an observational method with a quantitative and cross sectional approach. All 11 production workers at the printing company Airlangga University Press were taken as samples in this study. The data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test and the Pearson correlation test.

**Results:** the concentration of benzene in printing production workers is below the threshold value. The average hemoglobin and erythrocyte levels of workers were within normal limits. There was no significant relationship between the concentration of benzene and erythrocytes ( $p = 0.816$ ) among workers in the printing production division of Airlangga University Press.

**Conclusions:** *The health effects that occur due to exposure to benzene are disorders of the hematological system where the main target of benzene is the bone marrow. Exposure to benzene can lower the number of blood cells and contribute to the number of leukocytes, erythrocytes, and platelets in the peripheral blood.*

**Keywords:** *concentration of benzene, erythrocytes, hemoglobin, printing, safe working environment, secure work*

---

\*Koresponden:

Abdul Rohim Tualeka

[abdul-r-t@fkm.unair.ac.id](mailto:abdul-r-t@fkm.unair.ac.id)

<sup>1</sup>Departemen Keselamatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga Surabaya 60115, Indonesia

## PENDAHULUAN

Industri percetakan dunia adalah bisnis besar. Pada tahun 2017 semua keluaran kemasan cetak dan cetak bernilai sedikit kurang dari \$ 780 miliar. Dalam hal nilai constant, pasar global meningkat sebesar 4,0% dari 2012 ke 2017. Peningkatan 9,7% telah diprediksi untuk tahun 2022 (Przygoda, Mirosław., Misevic, Petar., Machrafi, 2019). Dalam proses produksi percetakan terdapat beberapa tahapan diantaranya persiapan desain produk yang akan dicetak, desain lay out, percetakan menggunakan mesin cetak dan finishing sebagai tahap terakhir (Siregar, 2019). Dalam proses produksinya digunakan bahan baku berupa tinta dan pelarut yang mengandung bahan kimia, salah satunya adalah benzena (Setiyono, 2017). Konsep terkait aromatik adalah salah satu konsep kunci kimia organik. Molekul aromatik prototipe seperti benzena memiliki planar dengan semua ikatan CC dengan panjang yang sama struktur D<sub>6h</sub> (Xu, Cooper and Dunning, 2020). Benzena adalah bahan kimia yang paling berbahaya dan paparan benzena dapat berdampak serius pada kesehatan manusia (Susyanti *et al.*, 2019). Benzena dapat ditemukan di industri jangka menengah dan rendah seperti pembuatan sepatu, pengecatan, percetakan dan pembuatan produk karet (IARC, 2018). Paparan benzena dapat meningkatkan konsentrasi benzena di lingkungan kerja dan meningkatkan risiko kesehatan (Febriantika, D., Sulistyani, S., and Budiono, B., 2017).

Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan Kerja menjelaskan bahwa benzena juga termasuk dalam kategori A-1 yang dipastikan bersifat karsinogen pada manusia (Regulation of the Minister of Manpower of the Republic of Indonesia, 2018). Nilai ambang batas paparan benzena dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan Kerja adalah 0,5 ppm dengan paparan pendek yang diperbolehkan (PSD) sebesar 2,5 ppm. OSHA mendefinisikan batas paparan yang diizinkan (PEL) sebesar 1 ppm (diukur sebagai rata-rata berat waktu- TWA). Selain itu, batas yang direkomendasikan oleh NIOSH (Recommended Exposure Limit- REL) jelas di bawah 0,1 ppm (TWA) (Draegerwerk and Co.KGaA, 2020). Penelitian yang dilakukan di Industri Percetakan X Semarang menunjukkan bahwa hasil pengukuran konsentrasi benzena di lingkungan melebihi ambang batas pemaparan yang ditetapkan oleh NIOSH yaitu 13 ppm (Febriantika, D., Sulistyani, S., and Budiono, B., 2017).

Benzena masuk ke dalam tubuh melalui tiga saluran yaitu pernapasan, pencernaan, dan kulit. Benzena sangat mudah menguap dan paling banyak terpapar melalui inhalasi (WHO, 2019). Efek benzena tergantung pada beberapa faktor, seperti durasi dan tingkat paparan, rute paparan dan faktor kerentanan individu seperti usia, jenis kelamin, gaya hidup dan penyakit atau gangguan yang sudah ada sebelumnya (Falzone *et al.*, 2016). Pengaruh paparan benzena kronis terjadi dalam darah dengan penurunan jumlah sel darah dalam tubuh atau anemia (Siregar, 2019). Benzena, yang sebagian besar dihirup melalui saluran pernapasan, dapat berkontribusi pada tingkat hiposelularitas yang tinggi di sumsum tulang ketika biopsi sumsum tulang dilakukan ketika ada penurunan yang signifikan dalam jumlah leukosit, eritrosit dan trombosit di tepi darah (Elsayed, 2016). Metabolit benzena yang bekerja sendiri atau bersama-sama akan menghasilkan efek genotoksik multipel pada tingkat sel punca hematopoietik pulpoten yang mengakibatkan perubahan kromosom pada manusia sesuai dengan yang terlihat pada kanker hematopoietik (IARC, 2018). Penelitian lain yang dilakukan di industri percetakan X Surabaya menjelaskan bahwa semakin tinggi kadar benzena di udara maka semakin tinggi pula kadar eritrositnya (Ayu *et al.*, 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi benzena dengan eritrosit pada pekerja bagian produksi di *Airlangga University Press*

## METODE

Jenis penelitian ini adalah observasional dengan pendekatan kuantitatif dan cross sectional. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2019 di Airlangga University Press Surabaya. Sebanyak 11 pekerja bagian produksi pada perusahaan percetakan Universitas Airlangga Surabaya diambil sebagai responden. Variabel yang diteliti adalah konsentrasi benzena di udara dan eritrosit. Data karakteristik responden meliputi umur, masa

kerja dan Indeks Massa Tubuh (IMT) diperoleh dengan menggunakan kuesioner. Sampel konsentrasi benzena di udara diukur dengan metode NIOSH 1501 dengan teknik kromatografi gas yang dilakukan oleh Unit Pelaksana Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (UPTK3) Surabaya. Pengukuran eritrosit dilakukan dengan mengambil sampel darah responden kemudian dianalisis di laboratorium. Data dianalisis secara univariat dan bivariat menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji korelasi Pearson. Karakteristik responden yang meliputi umur, masa kerja, masa kerja dan IMT hanya dianalisis secara univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi karakteristik pekerja. Penelitian ini telah disetujui oleh sertifikat clearance etik dari Komisi Kesehatan Penelitian Etchical Clearance institusional, Universitas Airlangga. Jumlah izin etik adalah 605/HRECCFODM/IX/2019.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Pekerja Pekerja *Airlangga University Press*

**Tabel 1.** Distribusi Karakteristik Pekerja Percetakan *Airlangga University Press* Tahun 2019

Karakteristik Responden	Frekuensi	Persentase
<b>Usia ( Tahun)</b>		
16-25	1	9,1%
26-35	6	51,6%
36-45	3	23,7%
46-50	1	9,1%
<b>Lama Kerja</b>		
< 8 hours	7	63,6%
≥ 8 hours	4	36,4%
<b>IMT</b>		
Normal	9	81,9%
Overweight	2	18,2%

Berdasarkan tabel 1, dapat menjelaskan bahwa penelitian yang dilakukan pada 11 orang di bagian produksi *Airlangga University Press*, mayoritas pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* berusia 26-35 tahun (51,6%), memiliki masa kerja <8 jam (63,6%), memiliki IMT normal (81,9%) dan semuanya berjenis kelamin laki-laki. Sebanyak 54,6% pekerja di bagian produksi percetakan *Airlangga University Press* memiliki masa kerja <8 jam dan 36,4% memiliki masa kerja 8 jam. Sebanyak 81,9% pekerja memiliki indeks massa tubuh (IMT) normal, sedangkan 18,2% pekerja gemuk; semua pekerja adalah laki-laki. Peningkatan tingkat risiko kesehatan dari paparan benzena dapat dipengaruhi oleh pola paparan; semakin lama masa kerja maka semakin besar pula risiko kesehatan akibat paparan benzena (Triyadi, D., Nurjazuli, N., and Dangiran, 2016). Ada banyak data penelitian yang mengkonfirmasi korelasi patogen antara paparan benzena dan perkembangan neoplasma hematologis. Hematotoksisitas dapat ditunjukkan pada konsentrasi benzena lebih dari 10 ppm dan tidak terlihat pada konsentrasi yang lebih rendah dari 10 ppm (Spatari *et al.*, 2021).

### Konsentrasi Benzena di Bagian Produksi *Airlangga University Press*

**Tabel 2.** Distribusi Konsentrasi Benzena Pekerja *Airlangga University Press* Tahun 2019

Responden	Konsentrasi Benzena (ppm)	NAB (Permenaker RI No.5 Year 2018)
1	0,9282	0,5 ppm
2	0,1586	
3	0,9282	
4	0,0414	
5	0,1586	
6	0,9282	
7	0,1586	

8	0,0414
9	0,0414
10	0,1586
11	0,1586
<b>Rata-rata</b>	0,3365
<b>Nilai Minimum</b>	0,0414
<b>Nilai Maksimum</b>	0,9282

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui bahwa konsentrasi benzena di udara pada bagian produksi *Airlangga University Press* dengan konsentrasi benzena tertinggi 0,9282 ppm dan terendah 0,0414 ppm. Konsentrasi rata-rata benzena di lingkungan produksi pencetakan adalah 0,3365 ppm. Hasil pengukuran konsentrasi benzena di udara berada di bawah NAB yang ditetapkan Permenakertrans No.5 Tahun 2018 (0,5 ppm). Pengukuran konsentrasi benzena di udara didapatkan nilai tertinggi sebesar 0,9282 ppm dan konsentrasi terendah sebesar 0,0414 ppm. Nilai ambang batas untuk benzena di lingkungan kerja yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 5 Tahun 2018 adalah 0,5 ppm. Rata-rata konsentrasi benzena dalam produksi percetakan *Airlangga University Press* adalah 0,3365 ppm. Dibandingkan dengan nilai ambang batas yang ditetapkan Peraturan Menteri Nomor 5 Tahun 2018, masih di bawah nilai ambang batas. Penelitian lain yang dilakukan pada Industri Percetakan X di Kota Surabaya menjelaskan bahwa konsentrasi benzena tertinggi adalah 15,64 ppm dan konsentrasi benzena terendah adalah 0,96 ppm. Hasil dalam penelitian ini melebihi NAB yang ditetapkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 sebesar 0,5 ppm (Ayu *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan di Percetakan X menjelaskan bahwa adanya bahan kimia dalam proses produksi seperti plate celaner, preserver gum, printing ink (tinta), benzin dan oli mesin mengandung bahan kimia yaitu benzena. Penggunaan secara terus menerus menyebabkan terakumulasinya konsentrasi benzena dalam ruangan (Febriantika, D., Sulistyani, S., and Budiono, B., 2017).

#### Kadar Eritrosit Pekerja Bagian Produksi *Airlangga University Press*

**Tabel 3.** Kadar Eritrosit Pekerja *Airlangga University Press* Tahun 2019

Responden	Eritrosit ( $10^6/\mu\text{L}$ )
1	5.23
2	4.94
3	5.24
4	5.26
5	5.34
6	5.62
7	5.17
8	4.8
9	5.45
10	5.21
11	5.56
<b>Rata-rata</b>	5.223
<b>Nilai Minimum</b>	4.8
<b>Nilai Maksimum</b>	5.62

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa sebagian besar kadar eritrosit pekerja di divisi produksi *Airlangga University Press* tergolong normal. Rata-rata kadar eritrosit pekerja adalah  $5,22 \times 10^6/\mu\text{L}$ . Kadar eritrosit tertinggi  $5,62 \times 10^6/\mu\text{L}$  dan kadar eritrosit terendah  $4,8 \times 10^6/\mu\text{L}$ . Pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* adalah laki-laki. Rata-rata kadar eritrosit pekerja adalah  $5,22 \times 10^6/\mu\text{L}$ . Kadar eritrosit normal pada pria adalah 4,5-6,5 ribu/ $\mu\text{L}$  (Rahayu Anggraini, Umi Hanik, Gilang Nugraha, 2017). Dalam penelitian ini, rata-rata kadar eritrosit pekerja normal meskipun terpapar benzena selama bekerja. Jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin tidak selalu meningkat atau menurun secara bersamaan. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh keadaan fisiologis tubuh dari gaya hidup dan pola makan (Ulandhary *et al.*, 2020). Penurunan kadar eritrosit dapat terjadi apabila zat yang dibutuhkan oleh darah seperti dektrosa yang digunakan sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup eritrosit mengalami penurunan dalam masa penyimpanannya sehingga terjadi lisis eritrosit

(Arviananta, Syuhada and Aditya, 2020). Peran utama dari eritrosit yaitu untuk mengangkut gas ( $O_2$  dan  $CO_2$ ) dari paru paru ke jaringan serta mempertahankan asam sistemik atau keseimbangan dasar (Kuhn *et al.*, 2017).

Hubungan Konsentrasi Benzena dengan Kadar Eritrosit Pada Pekerja *Airlangga University Press*

**Tabel 4.** Hubungan Konsentrasi Benzena dengan Kadar Eritrosit Pekerja *Airlangga University Press* Tahun 2019

Variabel Independen	Variabel Dependen	P Value	Korelasi Pearson	N
Konsentrasi Benzena	Eritrosit	0.81 6	0.080	11

Berdasarkan tabel 4, dapat diketahui bahwa hubungan antara konsentrasi benzena dengan kadar eritrosit diperoleh melalui uji korelasi Pearson. Tidak ada hubungan yang signifikan antara konsentrasi benzena di udara dengan kadar eritrosit ( $p = 0,816$ ;  $p > 0,05$ ). Efek benzena dapat menjadi penyebab utama neoplasma hematologis yang terkait dengan paparan zat tersebut (Spatari *et al.*, 2021). Profil hematologi menegaskan bahwa anak-anak yang telah terpajan benzena secara signifikan meningkatkan risiko kesehatan dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terpajan (D'Andrea and Reddy, 2018). Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa rata-rata pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* Surabaya memiliki kadar eritrosit normal. Hasil pemeriksaan kadar eritrosit berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lazarevic bahwa terjadi penurunan kadar eritrosit pada pekerja yang terpapar benzena (Lazarevic, Sanja Brekalo., Begic, Aida., Ademovic, Zahida., Horozic, 2018). Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan karena perbedaan karakteristik individu, perbedaan lokasi penelitian dan perbedaan sumber paparan benzena. Hal ini senada dengan penelitian yang dilakukan Ayu bahwa kadar eritrosit pekerja yang terpapar benzena memiliki kadar eritrosit normal (Ayu *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Nikmah pada pekerja percetakan X di Kota Semarang menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan profil darah antara lain hemoglobin, eritrosit, leukosit, trombosit, MCV, KIA dan MCHC normal namun jumlahnya cenderung rendah atau mendekati batas bawah. standar normal (Nikmah *et al.*, 2016) Hasil pemeriksaan darah rata-rata pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* Surabaya menunjukkan kadar hemoglobin yang normal. Hal ini serupa dengan penelitian ini. Dalam penelitian yang dilakukan Ayu, pekerja percetakan X Surabaya memiliki kadar hemoglobin yang normal (Ayu *et al.*, 2020). Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan pada industri percetakan di Kota Semarang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara paparan benzena, jumlah eritrosit, KIA dan KIA pada pekerja. Hal ini dikarenakan tingkat pajanan yang terjadi pada pekerja berada pada kategori ringan (Nikmah, Darundiati and Budiyo, 2016). Studi berbeda dilakukan di industri di mana tidak ada peningkatan risiko eritrosit yang terjadi pada pekerja yang terpapar benzena selama 5 tahun dengan mempertimbangkan karakteristik seperti merokok, usia dan jenis kelamin (European Chemical Agency (ECHA), 2018). Hematotoksisitas ditunjukkan pada konsentrasi benzena lebih besar dari 10 ppm, itu tidak substansial pada konsentrasi yang lebih rendah (Spatari *et al.*, 2021).

## KESIMPULAN

Rata-rata konsentrasi benzena pada pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* adalah 0,3365 ppm. Dibandingkan dengan nilai ambang batas yang ditetapkan Peraturan Menteri Nomor 5 Tahun 2018 nilainya berada di bawah ambang batas. Rata-rata kadar eritrosit pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press* normal dengan rata-rata 5,22  $106/\mu L$ . Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara konsentrasi benzena dengan kadar eritrosit pada pekerja di bagian produksi *Airlangga University Press*.

## ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan ungkapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian. Ucapan terimakasih juga tidak lupa penulis ucapkan kepada responden penelitian yang sudah bersedia berpartisipasi tanpa ada paksaan dari pihak manapun

## REFERENSI

Arviananta, R., Syuhada, S. and Aditya, A. (2020) 'Perbedaan Jumlah Eritrosit Antara Darah Segar dan Darah Simpan', *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), pp. 686–694. doi: 10.35816/jiskh.v12i2.388.

- Attaqwa, Y., Mahachandra, M. and Prastawa, H. (2020) 'Analysis of benzene exposure considering workers characteristic in the oil and gas industry', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1).
- Ayu, M. *et al.* (2020) 'Relationship between Benzene Concentrations with Erythrocyte , Hemoglobin , and Health Complaints of Workers in Surabaya Printing Industry', 14(4), pp. 3112–3119.
- D'Andrea, M. A. and Reddy, G. K. (2018) 'Health Risks Associated With Benzene Exposure in Children: A Systematic Review', *Global Pediatric Health*, 5.
- Draegerwerk and Co.KGaA (2020) *Benzene Measurement Strategy*, Draeger. Available at: [https://www.draeger.com/en-us\\_us/Chemical-Industry/Benzene-Measurement-Strategy](https://www.draeger.com/en-us_us/Chemical-Industry/Benzene-Measurement-Strategy).
- Elsayed, A. S. I. (2016) 'Induction of Aplastic Anemia in Experimental Model', *International Journal of Applied Biology and Pharmsceutical Technology*, 7(1).
- European Chemical Agency (ECHA) (2018) *Background document in support of the Committee for Risk Assessment (RAC) evaluation of limit values for benzene in the workplace*.
- Falzone, L. *et al.* (2016) 'Occupational exposure to carcinogens: Benzene, pesticides and fibers (Review)', *Molecular Medicine Reports*, 14(5), pp. 4467–4474.
- Febriantika, D., Sulistyani, S., and Budiono, B. (2017) 'Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Benzena Di Industri Percetakan X Kota Semarang', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*, 5 (1), pp. 430–437.
- IARC (2018) *Benzene (IARC Monograph on the Evaluation of Carnigogenic Risks to Human)*.
- Kuhn, V. *et al.* (2017) 'Red Blood Cell Function and Dysfunction: Redox Regulation, Nitric Oxide Metabolism, Anemia', *Antioxidants and Redox Signaling*, 26(13), pp. 718–742. doi: 10.1089/ars.2016.6954.
- Lazarevic, Sanja Brekalo., Begic, Aida., Ademovic, Zahida., Horozic, E. (2018) 'Determination of Benzene Metabolite phenol in the Urine and Analysis of Blood Parameters of Workers Exposed to Benzene', *International Journal of Current Advanced Research*, 7(7), pp. 14031–14035.
- Mohamed, H. (2018) 'Hematological Assessment of Benzene Exposure Among Employees in Ras- Elmengar Depository of El-Brega Company, Benghazi', *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*,