

## Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Benzena pada Pedagang Tetap dan Supir di Terminal Kampung Rambutan

### *Environmental Health Risk of Benzene Exposure to Permanent Traders and Drivers in Terminal Kampung Rambutan*

Meliana Sari\*, Zahra Sanniyah, Putri Camila

Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15419, Indonesia.

\**Korespondensi Penulis:* Meliana Sari, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan 15419, Indonesia.  
e-mail: meliana.sari@uinjkt.ac.id

*Submitted: 09-09-2019; Revised: 22-10-2019; Accepted: 29-10-2019*

#### **Abstrak**

Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) DKI Jakarta menyampaikan wilayah Jakarta Timur merupakan salah satu wilayah yang tercemar. Benzena merupakan salah satu zat yang bersifat karsinogenik yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor. Tujuan penelitian ini untuk mengestimasi risiko paparan benzena pada kelompok pedagang dan sopir yang berada di Terminal Kampung Rambutan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan desain studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Sampel pada penelitian sebanyak 173 pada kelompok pedagang dan 142 pada kelompok sopir yang diambil dengan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi benzena adalah 0,17942 mg/m<sup>3</sup>. Perhitungan *intake* non karsinogenik dan karsinogenik pada pedagang ( $14 \times 10^{-3}$  mg/kg/hari dan  $6 \times 10^{-3}$  mg/kg/hari) lebih besar dibandingkan pada kelompok sopir ( $14 \times 10^{-3}$  mg/kg/hari dan  $16 \times 10^{-4}$  mg/kg/hari). Pada perhitungan risiko, kelompok pedagang memiliki nilai  $RQ > 1$  dan  $ECR > 10^{-4}$  sehingga membutuhkan manajemen risiko. Penurunan konsentrasi benzena 2,0-25,0% direkomendasikan sebagai manajemen risiko akibat paparan benzena.

**Kata Kunci:** ARKL, Benzena, Pedagang, Sopir

#### **Abstract**

The Agency for Environmental Management (BPLHD) of DKI Jakarta reported that The East Jakarta is a polluted area. Benzene is one of the carcinogenic substances produced from the burning of the motor vehicles. The aim of this study is to estimate the risk of a benzene exposure in the group of traders and drivers that located in the Terminal Kampung Rambutan. This research is a descriptive study using Environmental Health Risk Analysis (EHRA) studies. Samples in this study are 173 on the group of traders and 142 on the group of drivers taken with the *purposive sampling* method. The results of the study showed that the average concentration of benzene was 0.17942 mg/m<sup>3</sup>. Calculation of non-carcinogenic and carcinogenic intake of the traders ( $14 \times 10^{-3}$  mg/kg/day and  $6 \times 10^{-3}$  mg/kg/day) is greater than in the group of drivers ( $14 \times 10^{-3}$  mg/kg/day and  $16 \times 10^{-4}$  mg/kg/day). Risk calculations showed, the trader's group have  $RQ > 1$  and  $ECR > 10^{-4}$ . It shows that, the risk management is required. Decreased 2,0-25,0 benzene concentration is recommended as risk management due to benzene exposure.

**Keywords:** EHRA, Benzene, Traders, Drivers

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara menjadi salah satu masalah serius yang masih dihadapi di Kota Jakarta. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD Provinsi DKI Jakarta menyebutkan wilayah Jakarta Timur termasuk kedalam wilayah dengan kategori tercemar.<sup>1</sup> Sumber pencemaran udara diantaranya dapat disebabkan oleh kendaraan bermotor dan industri.<sup>2</sup> Polutan kendaraan bermotor menghasilkan sekitar 60,0% karbon monoksida dan 15,0% senyawa hidrokarbon.<sup>3</sup>

Benzena merupakan salah satu senyawa hidrokarbon. Benzena yang dilepaskan ke udara bebas berasal dari dua sumber utama yaitu sumber alam dan sumber industri. Sumber alam termasuk minyak mentah, asap pembakaran hutan, dan tumbuhan yang mudah menguap. Sumber industri atau sumber pencemaran yang tidak alami karena ada campur tangan manusia atau aktivitas manusia seperti asap tembakau atau rokok, knalpot mobil, tempat pengisian bahan bakar mobil, dan emisi industri.<sup>4</sup> *Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR)* mencatat benzena menempati urutan ke-6 sebagai zat kimia yang menimbulkan potensi ancaman paling signifikan terhadap kesehatan manusia. U.S.<sup>5</sup> *Environmental Protection Agency* telah mengklasifikasikan senyawa benzena kedalam Grup A yang bersifat karsinogen bagi manusia.<sup>6</sup> Benzena bersifat karsinogen dikarenakan pada proses akhir metabolisme menghasilkan produk yaitu trans-trans mulokaldehida yang bersifat hemotoksi sehingga menimbulkan efek karsinogenik.<sup>4</sup>

Benzena dapat mempengaruhi sistem hematopoetik, sistem saraf pusat dan sistem reproduksi.<sup>7</sup> Paparan tingkat tinggi benzena dapat menyebabkan gejala *neuro-toxic*. Untuk paparan terus-menerus benzena dapat mengakibatkan efek berbahaya pada sumsum tulang dan menimbulkan gangguan pada proses pembentukan sel darah merah, sel darah putih, keping darah, atau kombinasi diantara ketiganya yang akan menyebabkan timbulnya penyakit anemia maupun kanker.<sup>8</sup> Sedangkan paparan ringan benzena dapat menyebabkan denyut jantung tidak teratur, sakit kepala, pusing, mual, bahkan pingsan jika paparan terjadi dalam waktu yang lama.<sup>9</sup>

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Leong pada *Bangkok Metropolitan Area (BMA)*

menunjukkan sopir bus merupakan pekerjaan yang ada di lokasi perumahan dan ditemukan memiliki risiko tertinggi terhadap benzena yang bersumber dari emisi kendaraan bermotor atau mobil.<sup>10</sup> Selain itu, penelitian yang dilakukan Manini, *et.al* menunjukkan bahwa selama jam kerja sopir taksi terpapar benzena dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan.<sup>11</sup>

Kadar THC (Total Hidrokarbon) udara ambien pada wilayah Ciracas, Jakarta Timur tahun 2015 mencapai 4,57 ppm. Pengukuran ini melebihi baku mutu yang telah ditetapkan menurut PERGUB No. 551 tahun 2001. Terminal Kampung Rambutan berlokasi di wilayah Ciracas, Jakarta Timur. Terminal Kampung Rambutan memiliki kapasitas yang cukup besar dan padat sehingga banyak pedagang yang melakukan aktivitas di area sekitar terminal.<sup>12</sup> Pedagang tetap dan sopir termasuk ke dalam populasi yang memiliki risiko untuk terpapar senyawa benzena karena aktivitasnya yang berada di dalam terminal.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan di Terminal Kampung Rambutan menunjukkan sebanyak 6 dari 10 pedagang tetap telah berdagang di lokasi lebih dari 10 tahun dengan rata-rata lama berdagang adalah 15 jam/hari. Sedangkan sopir angkutan umum berada di terminal rata-rata selama 2 jam/hari selama 6 tahun. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan penilaian atau penaksiran risiko kesehatan yang bisa terjadi suatu waktu pada populasi manusia berisiko.<sup>13</sup> Terdapat empat langkah dalam ARKL, yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis-respon, analisis paparan, dan karakteristik risiko.<sup>14</sup> Berdasarkan hasil studi pendahuluan, sopir dan pedagang adalah dua pekerjaan yang berisiko terkena paparan benzena di terminal. Untuk itu, perlu dilakukan penilaian risiko paparan benzena pada pedagang dan sopir di Terminal Kampung Rambutan.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan desain studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Langkah ARKL diantaranya adalah identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan, analisis risiko, dan manajemen risiko. Penelitian ini dilakukan di Terminal Kampung Rambutan, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta pada bulan Juni

2019. Sampel dalam penelitian ini adalah 172 pedagang tetap yang bekerja di dalam terminal kampung rambutan dan 143 sopir angkutan umum yang mengendarai kendaraan jenis angkutan kecil (Angkot). Pengambilan sampel responden menggunakan *purposive sampling*, kemudian dilakukan wawancara menggunakan kuesioner untuk menggali karakteristik antropometri, demografi, dan aktivitas pekerjaan.

Pajanan udara berasal dari asap kendaraan bermotor. Sampling udara dilakukan pada empat titik pada area terminal. Prosedur pengambilan sampel benzena dilakukan berdasarkan NIOSH 1501. Pengambilan sampel benzena menggunakan alat *pump sampling* dengan karbon aktif, kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan *gas chromatography* di laboratorium untuk mendapatkan besaran konsentrasi benzena di udara.

Data responden dan lingkungan selanjutnya dianalisis menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Perhitungan nilai *Intake* menggunakan rumus:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- I = Intake (mg/kg/hari)
- C = Konsentrasi (mg/m<sup>3</sup>).
- R = Laju Inhalasi yaitu 0,83 m<sup>3</sup>/jam.
- Te = Lama Paparan (t<sub>e</sub>)
- Fe = Frekuensi Paparan (Jam/hari).

- Dt = Durasi pajanan (tahun)
- Wb = Berat badan (kg)
- tAvg = periode Rata-rata (hari/tahun)

Perhitungan risiko dinyatakan dalam risiko karsinogenik (RQ) dan risiko non karsinogenik (ECR). Adapun perhitungan rumus keduanya sebagai berikut:

Risiko Non Karsinogenik:

$$RQ = \frac{Ink}{RfC} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- RQ = Risk Quotient
- Ink (*Intake*) R = Asupan (mg/kg/hari)
- RfC (inhalasi) = Reference Dose (mg/m<sup>3</sup>).

Risiko Karsinogenik:

$$ECR = SF \times Ink \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- ECR = Excess Cancer Risk
- Ink (*Intake*) R = Asupan (mg/kg/hari)
- SF = Slope Factor (mg/kg/hari)<sup>-1</sup>

Manajemen Risiko dibutuhkan apabila 1) Nilai RQ >1, 2) Nilai ECR > 10.<sup>-4</sup>

**HASIL**

Pengukuran konsentrasi benzena dilakukan pada empat titik area Terminal Kampung Rambutan. Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa konsentrasi benzena tertinggi terdapat pada area pintu masuk terminal yakni 0,31153 mg/m<sup>3</sup> dan

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Konsentrasi Benzena di Terminal Kampung Rambutan (mg/m<sup>3</sup>)**

Lokasi	Suhu dan kelembaban	Konsentrasi (mg/m <sup>3</sup> )	Konsentrasi Rata-rata (mg/m <sup>3</sup> )
Ruang Tunggu AKAP	29°C/45%	0,23538	
Ruang Tunggu dalam Kota	29°C/45%	0,25153	
Pintu Masuk	29 °C/45 %	0.31153	0,17942 mg/m <sup>3</sup>
Pintu Keluar	31°C/45%	0,23077	

**Tabel 2. Perhitungan Variabel Antropometri**

Kelompok	Pedagang	Supir
N	173	142
Berat Badan (kg)	60,83	61.56
Lama Paparan (jam/hari)	12,33	1.864
Durasi Paparan (th)	12,59	8*
Frekuensi (hari/jam)	298	351*

\*Distribusi data tidak normal, menggunakan nilai median

konsentrasi benzena terendah terdapat pada area pintu keluar dalam kota yakni 0,23077 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi rata-rata sebesar 0,17942 mg/m<sup>3</sup>.

Penentuan nilai variabel antropometri yang digunakan sebagai *intake* ditentukan berdasarkan distribusi data. Distribusi data normal menggunakan nilai *mean*, sedangkan distribusi data tidak normal menggunakan nilai *median*. Pada tabel 2 perhitungan antropometri, untuk karakteristik berat badan, diketahui bahwa rata-rata berat badan pada kelompok sopir (61.56 kg) lebih besar dari kelompok pedagang (60,83 kg).

Perhitungan nilai *intake* menggunakan nilai *Reference Dose* (RfC) benzena yang telah ditetapkan oleh IRIS dari EPA yaitu sebesar 3 x 10<sup>-2</sup> mg/m<sup>3</sup>. Nilai RfC dikonversi terlebih dahulu untuk mendapatkan satuan mg/kg/hari. Nilai konversi menggunakan nilai *default* yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan yaitu berat badan (Wb) 55 kg dan laju inhalasi (R) adalah 20 m<sup>3</sup>/hari. Maka didapatkan nilai RfC sebagai berikut:<sup>14</sup>

$$RfC \text{ benzena (EPA)} = 0,03 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times 20 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times \frac{1}{55 \text{ kg}} = 0,0109 \text{ mg/kg/hari}$$

Berdasarkan rumus perhitungan didapatkan nilai RfC adalah 0,019 mg/kg/hari. Untuk itu, perhitungan *intake* dan risiko didapatkan sebagai berikut:

**Tabel 3. Perhitungan Intake dan Risiko**

Kelompok	Non Karsinogenik		Karsinogenik	
	Intake	RQ	Intake	ECR
Pedagang	14 x 10 <sup>-3</sup>	1,29	6 x 10 <sup>-3</sup>	1,63 x 10 <sup>-4</sup>
Sopir	14 x 10 <sup>-4</sup>	13 x 10 <sup>-4</sup>	13 x 10 <sup>-4</sup>	1.6 x 10 <sup>-5</sup>

Berdasarkan tabel 3. perhitungan *intake non* karsonogenik, kelompok pedagang mendapatkan *intake* 14 x 10<sup>-3</sup> mg/kg/hr lebih besar dibandingkan kelompok sopir yaitu 14 x 10<sup>-3</sup> mg/kg/hr. Begitu juga *intake* karsinogenik pada kelompok pedagang lebih besar yaitu 6 x 10<sup>-3</sup> mg/kg/hr dibandingkan kelompok supir yaitu 13 x 10<sup>-4</sup> mg/kg/hr. Pada perhitungan risiko non karsinogenik kelompok pedagang memiliki nilai risiko RQ>1 untuk risiko non karsinogenik dan ECR > 10<sup>-4</sup> untuk risiko karsinogenik.

Pada perhitungan risiko, dibutuhkan manajemen risiko apabila nilai RQ > 1 atau ECR > 10<sup>-4</sup>. Upaya manajemen risiko dilakukan agar populasi yang berada di lingkungan tetap aman

dan tidak berisiko untuk menimbulkan gangguan kesehatan.

**Tabel 4. Skenario Manajemen Risiko**

Variabel	Hasil Penelitian	Rekomendasi nilai manajemen risiko	
		Non Karsinogenik	Karsinogenik
Konsentrasi (mg/m <sup>3</sup> )	0,2392	0,2344	0,1838
Lama Paparan (jam/hari)	12,33	12,1	9,5
Durasi Paparan (tahun)	12,6	17	8
Frekuensi Paparan (hari/tahun)	295	293	229

Berdasarkan tabel 4, upaya manajemen risiko dapat dilakukan dengan menurunkan nilai konsentrasi menjadi 0,1838 mg/m<sup>3</sup> hingga 0,2344 mg/m<sup>3</sup>, lama paparan menjadi 9,5-12 jam/hari, durasi paparan menjadi 8-17 tahun, dan frekuensi paparan menjadi 229-293 hari/tahun.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa konsentrasi benzena tertinggi terdapat pada area pintu masuk terminal dan terendah terdapat pada area pintu keluar dalam kota Nilai Konsentrasi rata-rata yang didapatkan tersebut lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Watanabe<sup>31</sup> di terminal Depok yaitu sebesar 6,68 mg/m<sup>3</sup>. Namun, hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan di tempat pengisian bahan bakar di Muang Khon Kaen, Thailand yakni sebesar 0,0657 ppm.<sup>15</sup>

Perhitungan antropometri, diketahui bahwa rata-rata berat badan pada kelompok sopir lebih besar dari kelompok pedagang. Berat badan seseorang sangat mempengaruhi kerentanan terhadap timbulnya penyakit. Seseorang yang memiliki berat badan yang kurang pada umumnya lebih rentan untuk mengalami gangguan penyakit. Menurut Mukono, toksisitas senyawa benzena lebih tinggi pada orang yang memiliki tubuh yang kurus dibandingkan orang yang gemuk. Perhitungan antropometri menunjukkan kelompok pedagang lebih berisiko terkena dampak kesehatan akibat paparan dilingkungan. Pada variabel lama paparan, kelompok pedagang berada lebih lama di terminal dibandingkan kelompok sopir, namun frekuensi hari bekerja sopir lebih banyak dibandingkan dengan

pedagang.<sup>16</sup> Kedua variabel ini mempengaruhi *intake* benzena pada masing masing kelompok. Hal ini tidak berbeda jauh dengan penelitian Watanabe yang menemukan frekuensi hari masuk pada sopir di Terminal Depok sebanyak 312 hari dalam setahun.<sup>17</sup>

Pada perhitungan *Intake* baik *realtime* dan *lifetime* lebih besar pada pedagang dibandingkan pada sopir. Hal ini disebabkan karena pedagang berada lebih lama di terminal dibandingkan sopir, sehingga lama pajanan pedagang lebih besar dibandingkan sopir. *Intake* ini berdampak pada perhitungan risiko. Perhitungan risiko menunjukkan, kelompok pedagang memiliki nilai risiko  $RQ > 1$  untuk risiko non karsinogenik dan  $ECR > 10^{-4}$  untuk risiko karsinogenik. Nilai risiko kelompok pedagang melebihi kelompok sopir dikarenakan lama pajanan yang lebih besar. Seorang pedagang berada lebih dari 12 jam sehari di terminal kampung rambutan. Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa lokasi pedagang sangat rentan untuk terpajan benzena. Untuk pedagang dengan sarana bongkar pasang, lebih mudah untuk terpajan benzena dikarenakan lokasi berdagang berdekatan dengan lokasi kendaraan umum terparkir, sedangkan untuk pedagang kios, terutama di area ruang tunggu dalam kota, memiliki area yang agak tertutup jika dibandingkan area pedagang lainnya dan jumlah kendaraan pada area ini juga lebih banyak, sehingga memungkinkan untuk tingginya konsentrasi benzena di area tersebut.

Selain faktor diatas, hampir keseluruhan pedagang tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker. Ditemukan juga beberapa pedagang yang tidak membiasakan diri untuk mencuci tangan sebelum makan, sehingga dapat menyebabkan tingginya nilai *intake* maupun risiko untuk terpajan benzena. Hal tersebut didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Tunsaringkarn *et al*<sup>29</sup> yang menyebutkan bahwa penggunaan APD seperti masker dan upaya perilaku mencuci tangan dapat mengurangi risiko seseorang untuk terpajan benzena.<sup>7</sup>

Terdapat faktor lain yang dapat meningkatkan risiko pedagang untuk terpajan benzena di Terminal kampung Rambutan, diantaranya adalah perilaku merokok dan konsumsi makanan yang dibakar. Asap rokok mengandung zat kimia berbahaya, salah satunya adalah benzena. Berdasarkan wawancara dengan pedagang tetap, didapatkan sebanyak 36,0% orang yang merokok

dan 32,0% pedagang sering mengkonsumsi makanan yang dibakar. Konsumsi terhadap makanan bakar dan proses memasak yang tidak tepat dapat meningkatkan intake benzene ke dalam tubuh.<sup>18</sup>

Upaya untuk menurunkan konsentrasi benzena di terminal dapat dilakukan dengan cara meminimalisir pajanan benzena yang sampai ke pedagang. Beberapa upaya diantaranya dapat dilakukan dengan menggunakan APD, penanaman pohon disekitar terminal, serta *setting layout* lokasi berjualan.

## KESIMPULAN

Konsentrasi benzena di terminal Kampung Rambutan paling tinggi berada di pintu masuk terminal. Berdasarkan perhitungan analisis risiko, kelompok pedagang memiliki nilai risiko  $RQ > 1$  untuk non karsinogenik dan  $ECR > 10^{-4}$  untuk pajanan karsinogenik pada pajanan *realtime*. Hal ini menunjukkan kelompok pedagang di terminal Kampung Rambutan membutuhkan manajemen risiko untuk mencegah terjadinya efek kesehatan pajanan benzena. Rekomendasi yang dapat dilakukan diantaranya adalah dengan menurunkan nilai konsentrasi, lama pajanan, durasi pajanan, dan frekuensi pajanan. Hal yang direkomendasikan untuk dilakukan adalah penggunaan APD bagi pedagang, penanaman pohon dan *setting* lokasi berjualan yang meminimalisir pajanan benzena ke pedagang.

## REFERENSI

1. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi DKI Jakarta. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 2015. 2016;398.
2. Chandra B. Pengantar kesehatan Lingkungan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran ECG; 2007.
3. Agusnas H. Kimia Lingkungan. Medan: Penerbit USU Press; 2007.
4. ATSDR. TOXICOLOGICAL PROFILE FOR BENZENE. 2007;(August).
5. Substance Priority List | ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2017.
6. EPA. Integrated Risk Information System (IRIS) on Benzene. Washington; 2009.
7. Tunsaringkarn T, Siriwong W, Rungsiyothin A, Nopparatbundit S. Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand. *Int J Occup Environ Med*. 2012;3(3):117–25.

8. Azhari AN, Dp E ky P. Timbal Dengan High Octane Mogas Indonesia. 2010;1:50–61.
9. Singh A.K., Tomer Neetu JC. Monitoring, Assessment and Status of Benzene, Toluene and Xylene Pollution in the Urban Atmosphere of Delhi, India. *Res J Chem Sci.* 2012;2(4):2231–606.
10. S. T Leong PL. Benzene and lead exposure assessment among occupational bus drivers in Bangkok traffic. 2004.
11. Manini P, De Palma G, Andreoli R, Poli D, Mozzoni P, Folesani G, et al. Environmental and biological monitoring of benzene exposure in a cohort of Italian taxi drivers. *Toxicol Lett.* 2006;167(2):142–51.
12. Departemen Perhubungan. *Warta Penelitian Perhubungan.* 2016;28(5):2015–7.
13. Djafri D. Prinsip dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *Jurnla Kesehat Masy Andalas.* 2014;Vol. 8.
14. Kementerian Kesehatan. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).* 2012.
15. Chaiklieng S, Pimpasaeng C, Thapphasaraphong S. Benzene Exposure at Gasoline Stations: Health Risk Assessment. *Hum Ecol Risk Assess.* 2015;21(8):2213–22.
16. Mukono. *Toksistas Lingkungan.* Surabaya: Airlangga University Press; 2005.
17. Watanabe D. Analisis Risiko Karsinogenik Benzo(a)pyrene udara ambien terhadap supir Bus di Terminal Depok Tahun 2014. SKRIPSI FKM UI. 2014;
18. Dos Santos VPS, Salgado AM, Torres AG, Pereira KS. Benzene as a chemical hazard in processed foods. *International Journal of Food Science.* 2015.