

ANALISIS RISIKO KESEHATAN PAJANAN BENZENA DI INDUSTRI PERCETAKAN X KOTA SEMARANG

Dayu Febriantika, Sulistiyani, Budiyo

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: dayufebriantika@gmail.com

Abstract : *Printing Industry X Semarang is one of the industries that use chemicals containing benzene in the production process. Accumulation of benzene concentration in production room can cause health problem, both carcinogenic or noncarcinogenic. The purpose of this research was to analyze the health risks of exposure to benzene in the Printing Industry X Semarang. The design of this research is observational descriptive with Environmental Health Risk Analysis (EHRA) approach. The population of workers in the printing Industry X was 14, then used as a sample of research. Data analysis using the stages of EHRA including hazard identification, dose-response analysis, exposure assessment, and risk characterization. The result showed the average concentration of benzene that inhaled was 0,422 mg/m³, with an average weight of workers was 64 Kg. Workers exposed to benzene 8 hours per day, in 288 days a year. The average duration of exposure is 7,6 years. The conclusion is benzene concentration at Printing Industry X Semarang can lead noncarcinogenic risk for lifetime exposure. Workers are also at risk of carcinogenic effects, with ECR values already exceed 10⁻⁴ to realtime as well as lifetime exposure. Advice to Manager printing industry should provide personal protective equipment such as respirator for workers.*

Keywords : Environmental Health Risk Analysis, Workers, Printing Industry, Benzene

exposure

Bibliography : 57 (1972-2016)

PENDAHULUAN

Benzena merupakan zat kimia yang penggunaannya cukup luas dan beragam. Di Amerika Serikat benzena termasuk ke dalam daftar 20 bahan kimia terbesar yang diproduksi dan digunakan secara luas. Benzena terbentuk secara alami dalam minyak mentah pada tingkat 4 g/l, dan saat ini aktivitas manusia seringkali berhubungan dengan penggunaan minyak bumi

tersebut. Kegiatan ini meliputi pengolahan produk minyak bumi, kokas batubara, produksi toluena, xilena, dan senyawa aromatik lainnya. Selain itu benzena juga terdapat pada industri kimia, komponen bensin (*gasoline*), dan zat pelarut.¹

Penggunaan benzena yang semakin meningkat turut mempengaruhi konsentrasi benzena di udara. Konsentrasi benzena yang

ada di udara pedesaan rata-rata adalah $1 \mu\text{g}/\text{M}^3$, sedang di perkotaan sebesar $5\text{-}20 \mu\text{g}/\text{M}^3$.² Seiring dengan banyaknya industri yang memanfaatkan benzena, kemudian timbul beberapa masalah kesehatan yang disebabkan pajanan benzena. *Agency for Toxic Substance and Disease Register (ATSDR)* menyatakan bahwa benzena berdampak serius bagi kesehatan manusia. Pajanan benzena pada manusia melalui inhalasi bersifat karsinogenik. Adanya pajanan benzena di lingkungan kerja telah dikaitkan dengan peningkatan insiden *leukemia myeloblastic* atau *erythroblastic myeloid* akut maupun kronis dan leukemia limfoid pada para pekerja.³

Di antara sekian macam industri yang menggunakan benzena, industri percetakan juga termasuk kedalamnya. Industri percetakan di Indonesia mulai dikenal antara tahun 1974 dan 1976. Di dalam bahan baku yang digunakan dalam produksi terkandung bahan-bahan kimia yang salah satunya adalah benzena. Sumber-sumber benzena di percetakan bisa berasal dari tabung tinta, silinder pada alat pencetak yang tidak tertutup, jaringan kertas, tempat keluarnya kertas, tumpahan tinta, serta corong tempat mengisikan tinta.⁴ Selain dari uap benzena yang keluar dari mesin percetakan, pekerja juga dapat terpapar benzena dari kegiatan yang mereka lakukan seperti saat menuangkan cairan pelarut untuk membersihkan silinder atau tempat tinta.⁴

Berdasarkan survei awal yang dilakukan di Industri percetakan X Kota Semarang pada bulan Maret 2016, pekerja operator mesin cetak menggunakan bensin untuk membersihkan mesin cetak.

Selain itu 4 dari 5 pekerja yang diwawancarai mengalami keluhan seperti pusing, mual, sakit kepala dan mengantuk. Keluhan tersebut serupa dengan keluhan yang dialami seseorang ketika terpapar benzena.

Pada tingkat rendah, paparan benzena dapat menyebabkan pusing atau mengantuk, detak jantung yang cepat, sakit kepala, tremor, dan kebingungan. Pada tingkat yang lebih tinggi dapat menyebabkan ketidaksadaran atau bahkan kematian. Paparan jangka panjang dapat memiliki konsekuensi kesehatan yang serius, terutama di sumsum tulang, atau melalui hilangnya sel darah merah, yang dapat menyebabkan anemia. Hal ini dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh, dan membuat penderita rentan terhadap penyakit lain. Benzena juga dapat menyebabkan kanker, terutama leukemia dan kanker lainnya pada darah.⁵ Untuk itu perlu adanya penelitian mengenai pajanan benzena pada pekerja di industri percetakan X Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah survei bersifat observasi deskriptif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian ini dilakukan di Industri Percetakan X Kota Semarang, dengan populasinya adalah seluruh pekerja. Sedangkan sampelnya menggunakan total populasi yang berjumlah 14 orang yang meliputi: pekerja di bagian operator mesin cetak, 1 pekerja di bagian operator mmt, 1 pekerja di bagian operator mesin potong, 2 pekerja di bagian *maintenance*, dan 1 pekerja di bagian logistik

Prosedur penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel udara

menggunakan alat PDS yang dipasangkan pada pekerja. Absoben yang digunakan adalah karbon aktif SKC No. 226-01 tube. Pengambilan sampel dilakukan selama 1 jam pada tiap responden, Kemudian setelah sampling selesai, dilakukan analisa konsentrasi benzena dengan metode *gas chromatography* sesuai panduan dari NIOSH 1501.

Analisis data yang dilakukan menggunakan metode ARKL, yaitu dengan melakukan identifikasi bahaya, analisis pemajanan, penilaian dosis respon, dan analisis karakteristik risiko. Untuk mengetahui analisis pemajanan dilakukan perhitungan intake benzena dengan rumus :

$$I = \frac{C \times R \times t \times E \times f \times D \times t}{Bw \times t \times avg}$$

Sedangkan analisis risiko dilakukan perhitungan RQ untuk risiko non-karsinogenik, dan ECR untuk risiko karsinogenik. Berikut rumus yang digunakan:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengukuran Konsentrasi Benzena di Industri Percetakan X Kota Semarang

Rata-rata konsentrasi benzena terhirup oleh pekerja di Industri Percetakan X Kota Semarang adalah sebesar 0,4226 mg/m³ atau 0,1323 ppm. Dari 14 sampel ada 1 sampel yang konsentrasinya cukup tinggi yaitu 0,553 ppm, dimana nilai tersebut berada diatas ambang batas yang ditentukan oleh Permenakertrans No. 13 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di tempat Kerja.⁶

Untuk karakteristik responden, mayoritas pekerja berusia antara 21-

$$RQ = \frac{I}{RfC} \quad ECR = CSF \times I_k$$

30 tahun, dan berjenis kelamin laki-laki. Dari 14 orang pekerja tidak ada satupun pekerja yang menggunakan APD saat bekerja, dan 50% diantaranya merupakan perokok aktif.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Berat Badan Pekerja Industri Percetakan X Kota Semarang

Berat Badan (Kg)	Frekuensi (orang)	Presentase (%)
41-50	1	7,1
51-60	5	35,7
61-70	4	28,6
71-80	2	14,3
>80	2	14,3
Total	60	100

Hasil pengelompokan variabel berat badan diperoleh bahwa persentase terbanyak yaitu pada kelompok berat badan 51-60 Kg (35,7%). Sedangkan persentase paling sedikit yaitu pada kelompok 41-50 Kg (7,1%). Rata-rata berat badan responden adalah 64 Kg, yang berarti dibawah nilai default berat badan yang ditentukan oleh US EPA.

Tabel 3. Pola Aktivitas Pekerja di Industri Percetakan X Kota Semarang

No	Pekerjaan	Konsentrasi Benzena Terhirup	
		mg/m ³	ppm
1	Op. Mesin Gronhi	1,7668	0,5530
2	Op. Mesin Oliver 72	0,7700	0,2410
3	Koordinator Jilid	0,0913	0,0286
4	Op. Mesin Oliver 72	0,0218	0,0068
5	Op. Digital printing MMT	0,3258	0,1020
6	Pembantu Op. Mesin Oliver 72	0,0547	0,0171
7	Op. Mesin Potong	1,4810	0,4636
8	Op. Mesin Oliver 58	0,5323	0,1666
9	Maintenance and Repair	0,0367	0,0115
10	Op. Mesin Oliver 58	0,3687	0,1154
11	Desain Grafis	0,0347	0,0109
12	Ketua	0,2608	0,0816
13	Logistik	0,0817	0,0256
14	Administrasi Keuangan	0,0898	0,0281

No	Pola Aktivitas	Rata-rata	Maks	Min	SD
.

1	Waktu pajanan (jam/hari)	8	8	8	0	1	<i>Realtime</i>	50,0	71,4
2	Frekuensi pajanan (hari/tahun)	288	288	288	0	2	<i>Lifetime</i>	92,9	100,0
3	Durasi pajanan (tahun)	7,57	20	1	6,64				

rata-rata waktu pajanan dan frekuensi pajanan yang terjadi pada responden adalah sama, karena tidak ada pembagian shift kerja serta tidak ada variasi waktu dan frekuensi kerja pada responden. Untuk rata-rata durasi pajanan responden yaitu sebesar 7,6 tahun dengan durasi terlama 20 tahun.

Tabel 4. Analisis Univariat Asupan Non Karsinogenik dan Karsinogenik

Dari perhitungan asupan non-karsinogenik dan karsinogenik diketahui bahwa rata-rata asupan pajanan *lifetime* lebih besar dari asupan pajanan *realtime*. Untuk asupan pajanan *realtime* paling tinggi diperoleh dari responden no. 7, sedangkan untuk asupan pajanan *lifetime* paling tinggi adalah responden no. 1 yaitu operator mesin Gronhi, hal tersebut berlaku untuk asupan non karsinogenik maupun karsinogenik.

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa pada pajanan *realtime*, responden yang berisiko efek non kanker hanya sedikit (28,6%) bila dibanding dengan yang belum berisiko. Sedangkan untuk pajanan *lifetime* responden yang berisiko dan tidak berisiko memiliki perbandingan yang sama yaitu 50:50.

Tabel 6. Distribusi Risiko Kanker

No	Pajanan	Persentase Berisiko (%)	
		ECR Maks	ECR Min

Berdasarkan hasil perhitungan karakteristik risiko efek karsinogenik diketahui bahwa responden yang berisiko efek kanker pada pajanan *realtime* yaitu sebesar 50-71,4% (7-10 orang). Sedangkan pada pajanan *lifetime* risikonya meningkat antara 92,9-100% (13-14 orang).

PEMBAHASAN Identifikasi Bahaya

Adanya konsentrasi benzena di udara ruangan produksi Industri Percetakan X, disebabkan oleh penggunaan bahan kimia yang

No	Asupan	Rata-rata	Maks	Min	SD
1	<i>Realtime</i> (nk)	0,0069	0,0382	0,0001	0,0107
2	<i>Lifetime</i> (nk)	0,0296	0,1263	0,0018	0,0351
3	<i>Realtime</i> (k)	0,0030	0,0164	0,00004	0,0046
4	<i>Lifetime</i> (k)	0,0127	0,0541	0,0008	0,0151

mengandung benzena pada saat produksi. Bahan kimia tersebut meliputi *plate cleaner*, *preserver gum*, *printing ink* (tinta), bensin dan oli mesin. Banyaknya jenis bahan kimia yang digunakan sehari-hari dalam proses produksi

Tabel 5. Distribusi Risiko Non Kanker

No	Risk Quotient	Frekuensi	%
1	<i>Realtime</i>		
	- Berisiko	4	28,6
	- Belum Berisiko	10	71,4
2	<i>Lifetime</i>		
	- Berisiko	7	50
	- Tidak Berisiko	7	50

menyebabkan terakumulasinya konsentrasi benzena dalam ruangan. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan *plate cleaner* yang digunakan untuk membersihkan

pelat cetak mengandung *naphtha* (*petroleum*) sebanyak 30-60%, *trimethylbenzene* 1-5%, 1,2,4 *trimethylbenzene* (*Pseudocumene*) 1-5%, 1,2,3 *trimethylbenzene* (*Hemellitol*) 1-5%.⁷ Dalam *naphtha* sendiri terdapat kandungan benzena sebesar 3-5 %, ⁸ sedangkan *trimethylbenzene* merupakan senyawa benzena yang berikatan dengan metil. 1,2,4 *Trimethylbenzene* dan *naphtha* juga terdapat pada tinta yang digunakan, dengan konsentrasi 1-2,5%. Dalam *preserver gum* dan oli mesin yang digunakan terkandung *petroleum distillate* dimana didalamnya terdapat benzena dan senyawa aromatik lainnya.⁹ Bensin atau *gasoline* yang digunakan sebagai agen pembersih juga mengandung benzena, karena didalamnya terdapat *naphtha* dengan konsentrasi 99-100%.¹⁰

Analisis Pemajanan

Berdasarkan data yang diperoleh konsentrasi tertinggi benzena terhirup adalah 1,77 mg/m³ (0,55 ppm) yang menunjukkan bahwa telah melebihi ambang batas, dan yang terendah adalah 0,22 mg/m³ (0,0068 ppm). Konsentrasi tertinggi yang ditemukan pada responden nomor 1 yang merupakan operator mesin Gronhi, sedangkan untuk konsentrasi terendah ditemukan pada operator mesin Sakurai Oliver 72.

Adanya perbedaan konsentrasi benzena terhirup pada pekerja dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti: jarak responden dengan sumber benzena, kondisi ruang kerja, serta waktu dan frekuensi pajanan. Untuk pekerja di ruang produksi mayoritas terpapar benzena melebihi rata-rata. Hal tersebut dapat disebabkan karena para pekerja berada dekat dengan

sumber benzena seperti tinta, bensin, oli, *plate cleaner*, *preserver gum* dan bahan kimia lainnya yang mengandung benzena. Selain dekat dengan sumber benzena, hampir seluruh waktu kerja dihabiskan di ruang produksi sehingga intensitas pajanan benzena semakin besar, terutama pekerja bagian operator.

Benzena memiliki sifat yang karsinogenik, oleh karena itu asupan benzena dibedakan menjadi dua yaitu: asupan non karsinogenik dan asupan karsinogenik. Rata-rata asupan non karsinogenik untuk pajanan realtime yaitu sebesar 6,70x10⁻³ mg/KgBB/hari, dan untuk pajanan lifetime sebesar 2,96x10⁻² mg/KgBB/hari. Sedangkan rata-rata asupan karsinogenik pada pajanan realtime 2,95x10⁻³ mg/KgBB/hari dan pada pajanan lifetime sebesar 1,27x10⁻² mg/KgBB/hari. Nilai asupan ini dipengaruhi oleh besarnya waktu pajanan, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan. Semakin besar nilai waktu pajanan, frekuensi pajanan, serta durasi pajanan akan semakin besar pula nilai asupan yang dihasilkan.

Karakteristik Risiko

Sebanyak 28,6% pekerja di Industri Percetakan X sudah berisiko non kanker pada pajanan realtime. Sedangkan untuk pajanan lifetime persentase pekerja yang berisiko lebih besar yaitu 50%. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata RQ untuk pajanan realtime adalah 0,802 yang berarti kurang dari 1, namun nilainya sudah mendekati. Hal tersebut menunjukkan bahwa pekerja di Industri Percetakan X masih aman atau belum berisiko non kanker. Kondisi ini dapat dipertahankan apabila asupan benzena dapat dikurangi. Sedangkan untuk pajanan lifetime

diperoleh rata-rata RQ sebesar 3,44, yang berarti lebih besar dari 1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pekerja berisiko non kanker apabila pajanan terjadi selama sepanjang hayat. Nilai RQ pada pajanan *lifetime* yang lebih besar daripada pajanan *realtime* menunjukkan peningkatan risiko apabila pajanan terjadi dalam durasi yang lebih lama.¹¹

Efek non kanker yang ditimbulkan dari pajanan benzena ada beberapa macam. Hematotoksisitas dan imunotoksisitas merupakan indikator paling sensitif dari toksisitas non kanker pada manusia maupun hewan percobaan yang terpapar benzena. Sumsum tulang merupakan target organ dari pajanan benzena yang dapat mengakibatkan penurunan produksi sel darah. Terganggunya produksi darah tersebut dapat mengakibatkan terjadinya anemia, leukopenia, lymphocytopenia, serta anemia aplastik. Konsisi tersebut kemudian diidentifikasi sebagai efek non kanker pajanan benzena. Produksi darah akan kembali normal apabila pajanan benzena pada pekerja dapat dihentikan.¹²

Untuk risiko karsinogenik diperoleh dari perhitungan ECR. Nilai rata-rata ECR pada pajanan *realtime* yaitu $2,8 \times 10^{-4}$ sampai $1,2 \times 10^{-3}$, yang berarti lebih dari 10^{-4} atau berisiko kanker. Sedangkan untuk ECR pada pajanan *lifetime* yaitu 10^{-3} sampai $4,3 \times 10^{-3}$ yang juga melebihi 10^{-4} atau berisiko kanker. Secara umum hal tersebut menunjukkan bahwa pekerja di Industri percetakan X sudah berisiko efek kanker. Risiko kanker dari pajanan benzena tersebut dipengaruhi beberapa variabel seperti: CSF, konsentrasi benzena, laju inhalasi, waktu pajanan,

frekuensi pajanan, durasi pajanan, berat badan dan juga periode rata-rata. Dapat dikatakan bahwa variabel-variabel yang memengaruhi nilai ECR sama seperti variabel-variabel yang mempengaruhi RQ, kecuali nilai CSF dan RfC.¹¹

Pajanan benzena dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kanker pada organ pembentuk darah, kondisi tersebut dinamakan leukemia. Pajanan benzena telah dikaitkan dengan salah satu tipe leukemia yaitu leukemia myeloid akut.³ Leukemia tersebut dapat terjadi karena metabolit benzena dalam tubuh seperti fenol, *hydroquinon*, *catechol*, yang mengganggu target organ yaitu pada sumsum tulang belakang. Selain itu pajanan benzena dalam waktu lama juga mempengaruhi sistem imun sehingga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya infeksi dan menyebabkan turunya kemampuan tubuh dalam melawan sel kanker.³

Gejala dan Keluhan kesehatan

Keluhan kesehatan yang paling banyak dialami oleh pekerja adalah mudah lelah (71,4%), pusing (64,3%), mudah mengantuk (42,9%), mual (42,9%), dan perdarahan gusi atau mulut (42,9%). Gejala lain yang dialami oleh pekerja namun persentasenya kecil adalah: denyut jantung yang cepat meskipun dalam aktivitas normal, tremor, sesak napas, gangguan tidur dan mudah memar. Selain gejala adapun riwayat penyakit yang dimiliki oleh pekerja yaitu anemia (21,4%). Gejala dan riwayat kesehatan yang dialami oleh pekerja tersebut kemungkinan merupakan efek yang ditimbulkan oleh pajanan benzena, mengingat hasil perhitungan RQ dan

ECR dimana rata-rata pekerja sudah berisiko efek non kanker dan kanker.

Adapun pekerja yang memiliki keluhan terbanyak adalah responden nomor 3 (koordinator penjilidan) dan 5 (operator digital printing MMT). Reponden nomor 3 mengalami keluhan pusing, cepat lelah, detak jantung cepat, gangguan tidur, mudah memar, dan perdarahan pada mulut. Selain itu ia juga telah di diagnosa memiliki anemia oleh dokter. Melihat konsentrasi benzena terhirup pada responden nomor 3 yang tidak terlalu tinggi, (0,0286 ppm) keluhan kesehatan yang dialami dapat disebabkan oleh lama kerja dan riwayat pekerjaan sebelumnya. Responden nomor 3 ini sudah bekerja selama 9 tahun, dan pernah bekerja di pabrik pembuatan karet dan ban selama 15 tahun. Sehingga kemungkinan terjadi pajanan benzena yang cukup lama baik dari pekerjaan yang lalu maupun yang sekarang. Berbeda dengan responden nomor 3, responden nomor 5 belum terlalu lama bekerja di Industri Percetakan X. Ia sudah bekerja selama 3 tahun, dan pernah bekerja di industri percetakan lainnya selama 1 tahun. Meskipun pengalam kerjanya belum terlalu lama namun responden nomor 5 sudah mengalami keluhan seperti: pusing, cepat lelah, mudah mengantuk, sesak napas, mual, serta perdarahan pada mulut. Dilihat dari konsentrasi benzena terhirupnya memang cukup tinggi karena mendekati rata-rata yaitu sebesar 0,1020 ppm. Keluhan kesehatan yang muncul juga dapat disebabkan oleh berat badan pekerja yang dibawah rata-rata dibanding pekerja lainnya (47 kg) yang menyebabkan asupan benzena dalam tubuh semakin besar.¹¹

KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran konsentrasi benzena di Industri Percetakan X Kota Semarang masih di bawah baku mutu. Konsentrasi rata-rata benzena yang terhirup adalah 0,422 mg/m³ atau 0,13 ppm.
2. Sebanyak 4 orang (28,6%) pekerja sudah berisiko efek non kanker pada RQ *realtime*. Sedangkan untuk RQ *lifetime* terdapat sebanyak 7 orang (50%) pekerja yang sudah berisiko efek non kanker
3. Sebanyak 7-13 orang (50-71,4%) pekerja memiliki tingkat risiko di atas 10⁻⁴ pada ECR *realtime*. Sedangkan untuk ECR *lifetime* terdapat sebanyak 13-14 orang (92,9-100%) pekerja yang memiliki tingkat risiko di atas 10⁻⁴.

SARAN

1. Bagi Pengelola Industri Percetakan X
Pihak pengelola sebaiknya menyediakan APD berupa respirator, khususnya bagi pekerja di ruang produksi..
2. Bagi Pekerja di Industri Percetakan X
Sebaiknya selalu menggunakan APD saat bekerja, dan berhenti merokok untuk mengurangi pajanan benzena.
3. Bagi Peneliti Selanjutnya
Mengembangkan penelitian pada industri percetakan yang lebih besar seperti percetakan koran, dan melakukan pengecekan biomarker pada darah maupun urin sebagai informasi penunjang terjadinya pajanan benzena pada pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. IPCS. *Environmental Health Criteria* 150. *Benzene*. WHO. 1993.
2. Health Organization (WHO). *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen. 2000 : 62-65.
3. Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ASTDR). *Toxicological Profiles for Benzene*. US Department of Health and Human Services, Public Health Services, Atlanta, Georgia, USA. September. 2007.
4. Wadden RA, Suero M, Conroy LM *et al*. *Characterization of Publication Rotogravure Press Emission Rates and Compositions*. *Appl ccup Environ Hyg*. 2001; 16: 471–81.
5. Mahi TT. *Benzene Workplace Exposure Standard*. Information Sheet. 2010
6. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. PER.13/MEN/X/2011 tentang *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. 2011.
7. Classified N. *Safety Data Sheet UPC (Universal) Plate Cleaner (USA)*. 2015;1–17.
8. Overview E, Effects PH. *Material Safety Data Sheet Naphtha*.
9. RBP Chemical Technology Inc. *Plate Finisher and Preserver*. Safety Data Sheet. 2015 hlm. 1–4.
10. Persero PTP. *Material Safety Data Sheet (MSDS)*. 2015.
11. Kementrian Kesehatan. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. 2012 p. 21–34.
12. Integrated Risk Information System (IRIS). *Benzene. Chemical Assessment Summary*. 2003.