

# Keluhan Pernapasan dan Analisis Risiko Kesehatan Paparan BTX pada Pekerja di Bengkel Alas Kaki Informal di Kecamatan Ciomas Kabupaten Bogor

L Meily Kurniawidjaja, Nur Aziza Sofia, Hendra, Eko Pudjadi, Fatma Lestari, Mila Tejamaya

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UI – Depok, Indonesia

---

## **Respiratory Symptoms and BTX Exposure Health Risk Analysis among the Footwear workers in Ciomas Bogor**

### **ABSTRACT**

**Introduction :** Respiratory tract is one of BTX target organ. This research aims to investigate the lung health risks related to BTX exposure among home based informal footwear workers in Ciomas, in order to get scientific reference for Maximum Contaminant Level and working tenure restriction.

**Method :** This study design was cross-sectional, 33 respondents from 7 footwear workshops in Ciomas were chosen by multistage cluster random sampling technic. The first step (2008) using NIOSH 1501 standard methods to assess BTX level and ATS questionnaire for health effects. The second step (2011) using characterization of risk model of the International Programme on Chemical Safety Harmonization Project to analyze the BTX exposure residual risk.

**Results :** The average of benzene levels at all workshops were over the TLV 0.5 ppm (1.40 ppm), 71% over the toluene TLV 5 ppm (1.40 ppm). Xylene is not detected. The prevalence of cough was 39.4%, rhinitis 5%, shortness of breathe 27.3%, were higher among highly exposed workers. MCL of benzene is 0.31 mg/m<sup>3</sup>, toluene is 51.57 mg/m<sup>3</sup>, a safe working period for benzene exposure is maximum 1.3 years and toluene is 1 year.

**Conclusion :** Irritative respiratory disorders were found related to Benzene and Toluene vapour from the glue. Ventilation and working tenure restriction were suggested to reduce respiratory health risk.

**Key words:** benzene, toluene, respiratory, footwear workshop, health risk analysis

### **ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Salah satu organ sasaran BTX adalah saluran pernapasan. Penelitian ini bertujuan melakukan kajian risiko kesehatan paru pada pekerja akibat paparan uap BTX di industri alas kaki informal di Ciomas, agar didapatkan acuan ilmiah Batas Paparan Maksimum dan lama kerja yang diperbolehkan.

**Metode:** Desain penelitian adalah cross sectional, 33 responden dari 7 bengkel diambil dengan teknik multistage cluster random sampling. Step awal (2008) menggunakan metode standar NIOSH 1501 untuk menilai paparan BTX dan kuesioner ATS untuk menilai efek kesehatannya. Diusulkan perbaikan, selanjutnya (2011) dilakukan analisis risiko kesehatan paru (residu) akibat paparan BTX digunakan karakterisasi risiko model International Programme on Chemical Safety Harmonization Project (2004).

**Hasil:** Semua bengkel rerata kadar uap benzennya lebih dari TLV 0,5 ppm (1,40 ppm), 71% melebihi TLV kadar uap toluene 20 ppm (1,40 ppm), Xylene tidak terdeteksi. Prevalensi batuk 39,4%, pilek 54,5%, dan sesak 27,3%, lebih tinggi pada pekerja yang terpajan melebihi TLV. Analisis risiko kesehatan mendapatkan batas aman kadar benzene di udara 0,31 mg/m<sup>3</sup> dan toluen 51,57 mg/m<sup>3</sup>, masa kerja aman untuk paparan benzene 1,3 tahun dan untuk toluene 1 tahun.

**Kesimpulan:** Gangguan pernapasan bersifat iritatif telah ditemukan akibat paparan uap Benzene dan Toluene yang bersumber dari lem. Pengendalian risiko dapat dilaksanakan dengan perbaikan ventilasi dan pembatasan masa kerja.

**Kata Kunci:** benzen, toluene, pernapasan, bengkel alas kaki, analisis risiko kesehatan

## PENDAHULUAN

Sejak tahun 1980-an, banyak bengkel alas kaki yang berkembang sebagai industri rumah tangga di Indonesia, terutama di Propinsi Jawa Barat dan Banten. Industri alas kaki menggunakan lem sebagai perekat. Komposisi lem mengandung *benzene*, *toluene* dan *xylene* (BTX). BTX adalah pelarut organik. Efek kesehatan akut yang umum pada pajanan pelarut organik adalah efek terhadap sistem syaraf pusat (SSP). Bila terpajan dalam jangka pendek, hampir semua pelarut organik dapat menimbulkan efek depresi SSP. Dalam dosis rendah, efek depresi SSP ditandai dengan gejala mual, muntah, pusing dan sakit kepala. Bila terpajan dosis tinggi gejala yang timbul berupa gemetar yang sangat mengganggu (tremor), lemah atau lemas, tekanan darah yang labil, sakit kepala (berat), serangan pusing secara tiba-tiba, vertigo, muntah, dehidrasi dan keasaman darah meningkat hingga kematian. Efek kronik pajanan pelarut organik dapat merusak sistem organ tertentu, misalnya sistem pernafasan, sistem syaraf, sistem reproduksi dan endokrin, organ ginjal, hati dan kulit. Gejala yang timbul secara umum adalah akibat sifat sitotoksik pelarut organik, secara khusus antara lain adalah sifat kecanduan (adiktif) misalnya etanol dan eter, sifat mutagenik (genotoksik) misalnya alkohol, sifat karsinogenik (promotor) misalnya benzena dan tetraklorokarbon.<sup>1,2</sup>

Di bengkel alas kaki, BTX masuk ke dalam tubuh pekerja terutama melalui inhalasi, selain melalui kulit dan jarang sekali melalui oral kecuali tertelan bersama makanan atau batang rokok yang terkontaminasi menempel pada bibir akibat *higiene* perorangan yang tidak baik. Sebelum sampai ke organ targetnya, BTX menimbulkan iritasi pada selaput lendir mata dan saluran pernafasan, menimbulkan gejala batuk, beringsus, berdahak dan sesak. Bila konsentrasi BTX di udara lingkungan kerja jauh di atas nilai ambang batas, dapat menimbulkan gejala respirasi yang hebat menyerupai bronkitis akut. Iritasi pada selaput lendir saluran napas dalam jangka waktu panjang, dapat menimbulkan bronkitis kronik. Bila bronkitis kronik

tidak terkoreksi karena pajanan terus berlanjut, bisa menimbulkan kerusakan dinding saluran napas yang permanen dan terjadilah penyakit pemapasan obstruktif kronik (PPOK). Serangkaian kelainan saluran pernafasan baik yang bersifat akut maupun kronik dapat menurunkan produktivitas pekerja. Sayangnya, selama ini fokus perhatian para klinisi dan pemberi kerja lebih banyak pada dampak BTX terhadap kesehatan saraf pusat, gangguan darah tepi, organ ginjal dan hati serta karsinogenisitasnya, sedangkan dampaknya terhadap kesehatan respirasi kurang mendapat perhatian karena sering dianggap sebagai penyakit umum yang bisa mengenai siapa saja, dan penegakan diagnosis penyakit paru akibat pajanan BTX di tempat kerja menjadi terabaikan.<sup>3</sup>

Apakah gejala pemapasan ini berhubungan dengan pajanan BTX di tempat kerja? Salah satu upaya dalam perlindungan terhadap pekerja serta pencegahan dampak negatif bahan kimia yang terdapat di tempat kerja adalah kajian risiko. Kajian risiko ini diperlukan untuk pengembangan standar, pedoman dan kebijakan kesehatan kerja.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian risiko kesehatan paru pada pekerja akibat pajanan uap BTX di industri alas kaki informal di Ciomas, agar didapatkan acuan ilmiah untuk melakukan upaya pencegahan dan pengendalian risiko pajanan uap BTX bagi pekerja. Pada penelitian ini, secara khusus akan dilakukan (1) identifikasi sumber dan penilaian tingkat pajanan hazard; (2) analisis keluhan pernafasan pada pekerja yang terpajan BTX; dan (3) mengetahui *Maximum Contaminant level* (MCL) dan pembatasan masa kerja (rumusan manajemen risiko) berdasarkan karakteristik antropometri (khususnya berat badan) dan besaran risiko pajanan BTX pada populasi pekerja di Kecamatan Ciomas, Bogor

## METODE

### Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional* untuk pengukuran kadar BTX di udara, dan efek kesehatan paru yang diduga timbul pada pekerja, dan

pendekatan deskriptif untuk mengetahui karakteristik risiko efek kesehatan nonkarsinogenik akibat pajanan BTX terhadap pekerja dengan menggunakan karakterisasi risiko model *International Programme on Chemical Safety Harmonization Project (2004)*.<sup>4,5</sup>

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di bengkel-bengkel sepatu informal yang terdapat di Desa Sukamakmur Kecamatan Ciomas Kabupaten Bogor. Waktu penelitian terdiri dari dua tahap. Tahap pertama pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2008, dilakukan identifikasi sumber dan penilaian tingkat pajanan hazard, serta analisis keluhan pernapasan pada pekerja yang terpajan BTX, dilanjutkan dengan memberikan saran perbaikan<sup>6</sup>. Tahap kedua dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2011 untuk mengetahui *Maximum Contaminant level (MCL)* dan pembatasan masa kerja (rumusan manajemen risiko) berdasarkan karakteristik antropometri (khususnya berat badan) dan karakteristik risiko (residu) setelah dilakukan perbaikan sesuai saran pada tahap pertama.

### Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian ini adalah pekerja di bengkel alas kaki yang berlokasi di Desa Sukamamur Kecamatan Ciomas, berjumlah 78 orang yang tersebar di 11 bengkel. Secara random diambil 6 dari 9 RW sebagai cluster, dari masing-masing cluster diambil 5-6 orang sampai mencukupi besar sampel sebanyak 33 orang. Sampel diambil dengan persyaratan telah bekerja minimal satu tahun di bengkel alas kaki. Besar sampel ditetapkan berdasarkan rumus dari *NIOSH Occupational Sampling Strategy Manual (1977)*, dengan rumusan sampel top 10% ( $r=0,1$ ) dan Derajat Kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) didapat besar sampel yang adekuat adalah 29 orang. Untukantisipasi terjadinya *drop out*, diambil 33 orang.

### Metode Identifikasi sumber dan penilaian hazard lingkungan kerja

Identifikasi sumber dan penilaian *hazard* lingkungan kerja ini meliputi dua kegiatan yaitu seperti

berikut.

- 1) Metode analisis komposisi *benzene*, *toluene* dan *xylene* (BTX) dalam sampel lem dua sampel lem diambil dari dua bengkel yang agak besar, dengan pertimbangan keterbatasan ekonomi bengkel dan diasumsikan cukup representatif karena hampir semua bengkel membeli lem pada satu toko yang berada di salah satu RW yang menjadi lokasi penelitian. Kandungan BTX dalam sampel lem tersebut diukur dengan menggunakan instrument *Gas Chromatography*. Informasi kandungan BTX ini penting untuk mengidentifikasi apakah ada potensi pajanan uap BTX ke udara tempat kerja mengingat ketiga senyawa tersebut adalah senyawa kimia organik yang mudah menguap (*volatile*). Informasi ini juga menjadi dasar pertimbangan perlunya dilakukan surveilans kesehatan kerja, yaitu pemantauan uap BTX di udara kerja dan pemantauan efek kesehatan pekerja.
- 2) Metode evaluasi pajanan uap BTX di tempat kerja Tujuh titik sampel dipilih untuk pengukuran pajanan BTX; lokasi titik sampel ditetapkan dengan cara random berdasarkan jarak interval tertentu, diambil bengkel yang terdekat dengan lokasi titik sampel. Konsentrasi uap BTX di tempat kerja ditentukan dengan menggunakan metode standard NIOSH 1501. Sampel udara diambil dengan menggunakan pompa dan dilewatkan pada *charcoal* sebagai adsorben BTX. Proses pengambilan sampel dilakukan di tujuh titik sampel (bengkel sepatu/sandal) yang tersebar di lokasi penelitian. Proses sampling dilakukan selama 90 menit, dengan menggunakan laju aliran udara 0,2 L/menit. Uap BTX dianalisis dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography*. Konsentrasi uap BTX yang terukur dibandingkan dengan nilai TLV-TWA TLV (*Threshold Limit Value*) - TWA (*Time-Weighted Average*) dari ACGIH tahun 2011<sup>7</sup>, yaitu TLV-TWA *benzene* 0,5 ppm, *toluene* 20 ppm, dan *xylene* sebesar 100 ppm. Sampel udara dianalisis di Laboratorium Keselamatan dan Kesehatan Kerja FKM UI Depok bersama laboratorium afiliasinya.

## Metode analisis keluhan pernapasan pada pekerja yang terpajan BTX (*health surveillance*)

Prevalensi keluhan pernapasan, riwayat pajanan *hazard* kesehatan paru, kebiasaan merokok dan kebiasaan menggunakan masker (alat pelindung diri) diukur dengan menggunakan kuesioner yang dimodifikasi oleh peneliti. Kuesioner ini merupakan bentuk penyederhanaan dari kuesioner standar untuk gangguan kesehatan paru dari *American Thoracic Society*, pertanyaannya disisipkan pada kuesioner Q-18 (digunakan untuk mendeteksi gangguan syaraf). Penggabungan dan penyederhanaan kuesioner ini dilakukan dalam rangka memudahkan pekerja dalam pengisian. Pengisian yang dibantu oleh pewawancara diharapkan dapat menjamin kelengkapan informasi yang ingin digali. Kuesioner dibagikan kepada 33 pekerja yang dipilih secara random di 6 dari 13 RW yang juga dipilih secara random, pada hari pelaksanaan penelitian, di tempat kerja, dilakukan oleh pewawancara yang terdiri dari dokter, paramedis setempat dan staf pengajar dari UI yang telah dilatih dan berkompeten. Data dianalisis frekuensi distribusinya dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

## Metode penilaian risiko kesehatan akibat pajanan uap BTX

Data hasil pengukuran dan referensi nilai dari tinjauan literatur diolah dengan mengkarakterisasi risiko berdasarkan *model IPCS harmonization project*, yaitu menggabungkan secara kuantitatif analisis dosis respon dan analisis pemajanan BTX, didapatkan karakteristik risiko pajanan BTX pada subjek penelitian, *maximum contaminant level* pajanan BTX dan rumusan manajemen risiko berdasarkan karakterisasi risiko. Perhitungan dan pemodelan karakterisasi risiko berdasarkan model *International Programme on Chemical Safety Harmonization Project*, dengan cara menghitung tingkat risiko yang dinyatakan dengan *Risk Quotient* dan ECR

$$RQ = \frac{Ink}{RfC}$$

## Keterangan :

RQ = *Risk Quotient* (Tingkat risiko nonkarsinogenik)

$I_{nk}$  = intake nonkarsinogenik (mg/kg/hari)

RfC = Dosis Referensi pajanan inhalasi (IRIS US-EPA)

## Perhitungan intake

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

## Keterangan :

I = asupan (mg/kg/hari)

C = konsentrasi toksikan di udara (mg/m<sup>3</sup>)

R = laju inhalasi (m<sup>3</sup>/jam)

$t_E$  = lama pajanan, jam/hari (jam kerja = 8 jam/hari)

$f_E$  = frekuensi pajanan, hari/tahun (jumlah hari kerja dikurangi waktu libur, cuti dan sebagainya selama setahun)

$D_t$  = durasi pajanan, tahun (lama bekerja/*real time*, atau dapat diskenariokan untuk masa pajanan 5, 10, 15, 20, 25, 30 tahun)

$W_b$  = berat badan (kg)

$t_{avg}$  = periode waktu rata-rata ( $D_t \times 365$  hari/tahun untuk toksikan nonkarsinogen, 70 tahun  $\times 365$  untuk toksikan karsinogen)

## HASIL

### Karakteristik pekerja

Hasil penelitian menunjukkan semua subjek adalah laki-laki dewasa, umur rata-rata adalah  $28,12 \pm 1,069$  tahun, paling muda 17 tahun dan tertua 45 tahun. Lama kerja rata-rata  $3,82 \pm 0,496$  tahun. Pekerja yang menggunakan lem (63.6%) lebih banyak dibandingkan dengan pekerja nonlem (36.4%) (Tabel 1).<sup>6</sup>

### Sumber Pajanan dan Tingkat Pajanan *Hazard*

Sampel lem yang digunakan sebagai bahan perekat alas kaki, dianalisis di laboratorium. Dari dua sampel yang dianalisis menunjukkan dalam lem mengandung *benzene* 1,34% dan 1,52%; *toluene* 73,72% dan 76,79%, namun tidak ditemukan *xylene*

Tabel 1. Karakteristik pekerja

Karakteristik	n	%	Mean±SD	Range
<b>Umur</b>				
< 20 tahun	5	15,2		
20 -25 tahun	9	27,3	28,12±1,069	17-45
26-30 tahun	9	27,3		
> 30 tahun	10	30,3		
<b>Status Immunologi</b>				
Laki-laki	33	100		
Perempuan	0	0		
<b>Lama Kerja</b>				
≤ 2 tahun	20	60,6	3,82±0,496	0-18
≥ 2 tahun	13	39,4		
<b>Bagian Kerja</b>				
Lem	21	63,6		
Non lem	12	36,4		

atau konsentrasinya di bawah limit deteksi alat. Oleh karena itu, sumber pajanan BTX di udara tempat kerja bengkel alas kaki adalah pelarut-pelarut lem tersebut yang bersifat mudah menguap, dan memajani pekerja.

Hasil analisis sampel udara kerja di tujuh titik sampling memperlihatkan adanya pajanan uap *benzene* dan *toluene* di semua bengkel yang dijadikan sampel, namun tidak untuk *xylene* (Tabel 2). Hampir semua (100%) sampel udara kerja yang dianalisis mengandung uap *benzene* lebih dari 0,5 ppm yaitu di atas konsentrasi TLV (*Threshold Limit Value*) yang direkomendasikan oleh ACGIH, reratanya 1,40 ppm, dengan rentang 0,68 ppm – 3,29 ppm. Sedangkan 5 dari 7 (71%) tempat kerja mengandung *toluene* lebih dari 20 ppm yaitu di atas konsentrasi TLV yang direkomendasikan oleh ACGIH, reratanya 1,40 ppm dengan rentang 10,51 ppm – 141,36 ppm (Tabel 2).

Tabel 2. Konsentrasi uap BTX di udara tempat kerja

Bengkel	CER (ppm)			Konsentrasi campuran
	<i>Benzene</i>	<i>Toluene</i>	<i>Xylene</i>	
H (1)	0.68	11.07	< 0.01	1.90
H (2)	0.81	91.47	< 0.01	6.19
AI	0.90	53.07	< 0.01	4.45
Ag	0.75	79.21	< 0.01	5.46
Ja (1)	3.29	141.94	< 0.01	13.68
Ja (2)	2.19	147.36	< 0.01	11.75
Uj	1.18	10.51	< 0.01	2.89
Rerata	1.40	76.38	< 0.01	6.62
Kisaran	0,68-3,29	10,51-147,36	< 0.01	1,90-13,68

Keterangan: TLV-TWA *benzene* : 0,5 ppm  
 TLV-TWA *toluene* : 20 ppm  
 TLV-TWA *xylene* : 100 ppm

*Cumulative Exposure Ratio* diperoleh dengan menggunakan persamaan:  $C1/T1 + C2/T2$

C1 = konsentrasi uap *benzene*

C2 = konsentrasi uap *toluene*

T1 = TLV-TWA *benzene*

T2 = TLV-TWA *toluene*

Bila CER melewati angka 1, artinya pajanan campuran dalam hal ini *benzene* dan *toluene* telah melewati nilai ambang batasnya. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi campuran di semua bengkel telah melewati nilai ambang batasnya.

### Analisis keluhan pernapasan pada pekerja yang terpajan BTX

Prevalens gejala iritasi saluran pernapasan yang ditemukan berupa batuk 39,4%, pilek 54,5%, dan sesak 27,3%.<sup>7</sup> Semua subjek yang terpajan *benzene* melebihi TLV-TWA 0,5 ppm, lebih dari setengahnya (63,03%) sering mengalami gejala iritasi saluran pernafasan. Pada pekerja yang terpajan *toluene* melebihi TLV-TWA, prevalens keluhan pernapasannya jauh lebih tinggi (75%) dibandingkan dengan pekerja yang terpajan *toluene* kurang dari TLV-TWA (40%).<sup>6</sup>

Tabel 3. Frekuensi distribusi keluhan pernapasan menurut tingkat pajanan

Faktor Risiko Pajanan	Ada Keluhan Pernapasan		Tidak Ada Keluhan Pernapasan	
	n	%	n	%
Tingkat Pajanan Benzene				
> 0,5 ppm (> TLV)	21	63,03%	12	36,97%
≤ 0,75 ppm (≤ 1,5x TLV)	16	66,67%	8	33,33%
> 0,75 ppm (> 1,5x TLV)	5	55,56%	4	44,44%
Tingkat Pajanan Toluene				
≤ 20 ppm	2	40%	3	60%
> 20 ppm	21	75%	7	25%

### Maximum contaminant level (MCL) dan pembatasan masa kerja

Dari hasil telitian, MCL untuk pajanan *benzene* dengan efek nonkarsinogenik di bengkel alas kaki Ciomas adalah 0,31 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan MCL untuk pajanan *toluene* adalah 51,57 mg/m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan mendapatkan masa kerja maksimal yang aman untuk konsentrasi pajanan *benzene* berdasarkan estimasi risiko populasi adalah selama 1,3 tahun sedangkan untuk pajanan *toluene* adalah 1 tahun.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian di Desa Sukamakmur ini cukup representatif untuk bengkel alas kaki di Kecamatan Ciomas, karena populasi di Kecamatan Ciomas mempunyai karakteristik demografi, sosio ekonomi dan proses industri pembuatan alas kaki yang sama, serta jenis *hazard* kimia yang sama yaitu menggunakan lem yang mengandung *benzene* dan *toluene* dari pemasok yang sama pula. Di samping itu, pemilihan sampel dilakukan dengan *multistage cluster random sampling*. Penilaian risiko kesehatan yang dilakukan pada tahap kedua juga dapat dipertanggung jawabkan karena populasi penelitian bersifat *homogenous exposure group*.

### Karakteristik pekerja

Tidak ditemukannya pekerja perempuan dan pekerja anak adalah hal yang baik, karena pelarut organik secara umum menimbulkan iritasi mukosa saluran pernapasan, mukosa yang rusak akan menambah kepekaan anak terkena infeksi saluran pernapasan. Selain itu, *toluene* dapat mempengaruhi kesehatan reproduksi perempuan, dan industri sepatu termasuk dalam pekerjaan terburuk bagi anak yang ditetapkan oleh ILO. Namun banyak ditemukan perempuan dan anak di tempat kerja yang bukan pekerja dan hampir semua dari mereka adalah isteri, anak atau keluarga dari pemilik bengkel. Karena bengkel bersatu dengan tempat tinggal, maka mereka juga berpotensi terpajan. Disarankan sedapat mungkin bengkel dipisahkan dari kegiatan domestik dan mereka dipisahkan agar terlindungi dari pajanan yang tidak perlu.

Lebih dari separuh dari pekerja mempunyai masa kerja kurang dari 2 tahun, menandakan *turn over rate* yang cukup tinggi, hal ini dijelaskan oleh pemilik bengkel bahwa pekerjaan yang tidak kontinu dan adanya pekerjaan yang lebih menarik merupakan penyebab utama. Peneliti menduga, selain itu, ditemukannya gejala iritasi mata dan saluran pernapasan, gangguan susunan syaraf pusat dan sistem syaraf tepi antara lain berupa pusing, mual,

sakit kepala, gemetar dan kesemutan dapat mengganggu kenyamanan pekerja, hal ini perlu diteliti lebih lanjut.

Pekerja nonlem sering dilibatkan dalam pekerjaan lem terutama bila diperlukan banyak produksi dalam waktu singkat. Selain itu, kebanyakan bengkel (94,6%) ruang kerja antara pekerja lem dan nonlem menyatu tanpa penyekat, ditambah kebiasaan merokok (100% tidak ada kebijakan tempat kerja tanpa asap rokok) dan makan di ruang kerja yang pengap karena sempit dan kurang ventilasi (sebagian besar yaitu 67% bengkel mempunyai luas ventilasi kurang dari 10% luas ruangan), menjadikan pekerja nonlem juga terpajan BTX secara signifikan. Seyogianya pekerja nonlem dipisah di ruang tersendiri untuk mengurangi jumlah pekerja berisiko, ventilasi di ruang kerja lem harus lebih ditingkatkan. Bila pemisahan ruangan tidak memungkinkan, pekerja nonlem ditempatkan di ruang terbuka. Disarankan kepada semua pekerja dilarang merokok dan makan di ruang kerja.

### Tingkat pajanan tinggi

Konsentrasi uap *benzene* di semua bengkel melebihi TLV-TWA. Konsentrasi uap *toluene* di beberapa bengkel memperlihatkan hasil yang sangat tinggi dan bahkan ekstrim karena lebih dari tujuh kali lipat konsentrasi TLV-nya, yakni di 2 bengkel masing-masing 141,94 ppm dan 147,36 ppm. Konsentrasi uap *toluene* di atas 50 ppm terjadi di bengkel 3 bengkel. Pajanan uap *xylene* terlihat tidak signifikan di semua lokasi bengkel. Konsentrasi uap *xylene* yang terukur, semua menunjukkan konsentrasi di bawah nilai batas deteksi alat yakni 0,01ppm. TLV untuk uap *xylene* adalah 100 ppm.

Dari pengamatan di lokasi sampling, didapatkan bahwa kebanyakan bengkel memiliki ventilasi yang sangat kurang, dibuktikan dengan kebanyakan luas ventilasi kurang dari 10% luas lantai. Ventilasi yang kurang baik di bengkel sangat berkontribusi terhadap akumulasi uap *benzene* dan *toluene* di tempat kerja tersebut. Serta ruang kerja yang temperaturnya panas dan pengap memungkinkan *benzene* dan *toluene* menguap dengan lebih mudah. Seyogianya perbaikan

ventilasi menjadi sasaran perubahan yang prioritas. Bila tidak memungkinkan, pekerjaan lem ditempatkan di ruang terbuka kalau perlu di pekarangan rumah.

### Prevalens keluhan saluran napas tinggi

Keluhan pernapasan cukup tinggi, dari wawancara ditemukan gejala bronkitis kronik yaitu hampir setiap hari batuk atau mengeluarkan dahak, waktunya panjang bisa lebih dari satu bulan, ada yang lebih dari tiga bulan bahkan sepanjang tahun. Hal ini terkait dengan tingkat pajanan *benzene* dan *toluene* yang terukur memang cukup tinggi dan melampaui nilai ambang batas (*xylene* di bawah NAB), diperkuat dengan *cumulative exposure ratio* (CER) semua bengkel adalah  $>1$ , yaitu 6,62.

Keluhan pernapasan bersifat subjektif, apakah gangguan yang ditemukan dari hasil wawancara ini berhubungan dengan tingkat pajanan, perlu diteliti lebih lanjut dengan menggunakan teknik analisis multivariat, untuk itu diperlukan besar sampel yang lebih banyak.

Hasil penelitian tahap awal yang telah berhasil memberikan masukan untuk tindakan perbaikan, ternyata belum dapat mengendalikan tingkat pajanan *benzene* dan *toluene* yang melebihi TLV/TW, dibuktikan dengan hasil pengukuran tahap kedua yang menunjukkan pajanan *benzene* terendah yaitu kurang dari  $0,01 \text{ mg/m}^3$  dan pajanan tertinggi  $10,39 \text{ mg/m}^3$ . Sedangkan pajanan *toluene* terendah  $6,78 \text{ mg/m}^3$  dan tertinggi  $1030,22 \text{ mg/m}^3$ .

Pajanan dosis yang lebih tinggi dalam waktu yang lebih lama akan menimbulkan gangguan kesehatan yang lebih berat. Agar dapat dicapai MCL yang dianjurkan untuk pajanan *benzene* dengan efek nonkarsinogenik adalah  $0,31 \text{ mg/m}^3$  dan MCL untuk pajanan *toluene* adalah  $51,57 \text{ mg/m}^3$ , hasil perhitungan mendapatkan masa kerja maksimal yang aman untuk konsentrasi pajanan *benzene* berdasarkan estimasi risiko populasi adalah selama 1,3 tahun sedangkan untuk pajanan *toluene* adalah 1 tahun. Dari segi perlindungan kesehatan respirasi, pekerja musiman lebih menguntungkan karena mengurangi pajanan, perlu diteliti berapa lama masa kerja interval bagi pekerja musiman agar terhindar dari gangguan

kesehatan respirasi akibat pajanan uap *benzene* dan *toluene* di tempat kerja.

### KESIMPULAN

1. Gangguan pernapasan bersifat iritatif telah ditemukan akibat pajanan uap *benzene* dan *toluene* yang bersumber dari lem.
2. Analisis risiko kesehatan mendapatkan batas aman kadar *benzene* di udara bengkel alas kaki di Ciomas adalah  $0,31 \text{ mg/m}^3$  dan *toluene*  $51,57 \text{ mg/m}^3$ , masa kerja aman untuk pajanan *benzene* 1,3 tahun dan untuk *toluene* 1 tahun.
3. Bagi pekerja yang penuh waktu yaitu 8 jam perhari dan 40 jam perminggu, maksimal diperbolehkan bekerja selama 1 tahun.
4. Pengendalian risiko dapat dilaksanakan dengan perbaikan ventilasi dan pembatasan masa kerja.
5. Untuk perlindungan pekerja terhadap efek buruk pajanan *benzene* dan *toluene* terhadap kesehatan paru, selain surveilan *hazard* lingkungan, diperlukan surveilans kesehatan paru pekerja minimal menggunakan kuesioner gangguan kesehatan paru dari American Thoracic Society, termasuk pada anak dan perempuan yang bekerja atau tinggal di bengkel, agar dapat dilakukan diagnosis dini dan pengobatan segera serta pengendalian lingkungan

### DAFTAR PUSTAKA

1. Canada's National Occupational Health and Safety Resource. Health Effects of Benzene. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Cited: 16 Nov. 2008. [www.ccohs.ca](http://www.ccohs.ca) Document last updated on December 22, 1997.
2. Documentation of TLV-ACGIH 2010 for Benzene, Toluene and Xylene Cincinnati: ACGIH; 2010.
3. Rosenstock L. Early detection of occupational diseases. Singapore: WHO;1996.

4. IPCS. *IPCS Risk Assessment Terminology* Geneva : WHO and IPCS ; 2004.
5. IPCS. *Principles of Characterizing and applying human Exposure Models* IPCS Project Document No.3. WHO,ILO,UNEP; 2005.
6. Lestari F, Kurniawidjaja LM, Tejamaya M. Laporan akhir kajian risiko kesehatan kerja pada pekerja yang terpajan benzena, toluene dan xylene (BTX) Departemen Laboratorium K3 FKM UI dan Direktorat Bina Kesehatan Kerja Depkes RI. 2008.
7. ACGIH. *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*. Cincinnati: ACGIH; 2011.