

HUBUNGAN PAPARAN TOLUEN DENGAN KADAR ASAM HIPURAT URIN PEKERJA PENGECATAN MOBIL (Studi pada Bengkel Mobil Informal di Karasak, Kota Bandung)

Sintayati Ekaputri¹, Katharina Oginawati²

Program Studi Magister Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung, 40132
Email: ¹sintayatiekaputri5@gmail.com, ²ogi@elga.net.id

Abstrak : Toluena digunakan di berbagai industri sebagai pelarut. Toluena merupakan bahan yang paling menonjol dalam cat semprot di industri pengecatan mobil. Pekerja pengecatan mobil berpotensi terpapar toluena yang dapat membahayakan kesehatannya. Toluena di udara merupakan bahan berbahaya yang mudah diabsorpsi melalui saluran pernapasan. Toluena menyebabkan iritasi pada mata, saluran pencernaan, dan kulit, efek narkosis, merusak ginjal dan otak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar paparan toluena terhadap pekerja pengecatan mobil di Karasak, Kota Bandung, dan untuk mengetahui dampaknya yang terekskresi dalam bentuk asam hipurat urin pekerja. Setelah melakukan wawancara dengan kuesioner, 40 orang (30 yang terpapar dan 10 tidak terpapar) dipilih secara acak sebagai partisipan dalam penelitian ini. Sampling udara dilakukan dengan metode NIOSH, nomor 1501, issue 3, menggunakan alat personal sampler pump dan dianalisis dengan alat Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID). Analisis asam hipurat, sebagai indikator paparan toluena, dilakukan dengan metode NIOSH, nomor 8300, dengan menggunakan teknik pengukuran Visible Absorption Spectrophotometry. Besar paparan toluena yang dihasilkan rata-rata sebesar 71,29 ppm, sedangkan kadar asam hipurat urin pagi sebesar 1,72 g/g kreatinin, kadar asam hipurat sore harinya sebesar 5,79 g/g kreatinin, dan kadar asam hipurat sore hari berikutnya sebesar 2,93 g/g kreatinin. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat hubungan antara paparan toluena dengan peningkatan asam hipurat (korelasi Pearson, $r=0,756$, $p=0,000$). Terdapat perbedaan yang nyata antara kadar asam hipurat sore dengan kadar asam hipurat pagi.

Kata kunci : toluena, cat semprot, pekerja pengecatan mobil, asam hipurat

PENDAHULUAN

Toluena merupakan bahan yang paling dominan pada *spray painting* di industri otomotif (Winder & Stacey, 2005). Ketika cat disemprotkan, pekerja akan terpapar bukan hanya oleh uapnya, akan tetapi juga dari mist, yaitu kumpulan partikel halus berupa cairan. Bentuk tersebut akan sangat mudah terhisap oleh pekerja atau masuk ke dalam kulit, terutama jika tidak mengenakan masker dan pakaian kerja yang tepat (WWAC, 2009).

Toluena masuk ke dalam tubuh, terutama melalui inhalasi. Sebanyak $\pm 20\%$ toluena yang terinhalasi akan dikeluarkan dari tubuh melalui udara pernapasan dalam bentuk utuh, $\pm 80\%$ lainnya mengalami metabolisme menjadi asam benzoat, lalu berkonyugasi dengan glisin dalam hati membentuk asam hipurat yang akan diekskresikan dalam urin. Kurang dari 1% lainnya diekskresikan dalam urin sebagai o-kresol dan toluena utuh. Asam hipurat dengan cepat dieliminasi dalam urin terutama diekskresikan melalui tubulus proksimal ginjal, hampir seluruhnya dalam 24 jam (ATSDR, 2000).

Penelitian tentang paparan toluena pernah dilakukan oleh De Oliveira *et al.* (2011) pada pekerja di industri cat. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar asam hipurat pekerja yang terpapar

toluena lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Menurut Azari *et al.* (2012), terdapat hubungan antara kenaikan asam hipurat urin dengan paparan toluena dan menemukan kadar asam hipurat akhir shift kerja berbeda nyata dari kadar asam hipurat pada awal shift kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis pelarut organik yang digunakan, mengetahui konsentrasi paparan toluena terhadap pekerja, dan mengetahui dampak paparan uap toluena yang terekskresi dalam bentuk kadar asam hipurat urin para pekerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian epidemiologi yang bersifat *cross sectional*. Pengambilan sampel dilakukan pada 30 orang pekerja pengecatan mobil dan 10 orang bukan pengecat, sebagai kontrol. Pengambilan sampel dilaksanakan di Karasak, Kota Bandung, pada sekitar bulan Januari sampai dengan Februari 2012.

Penelitian diawali dengan survei lapangan berupa pendataan dan pengisian kuesioner. Pendataan dilakukan untuk memperoleh data mengenai jumlah dan lokasi bengkel, jumlah pekerja, kapasitas pengecatan mobil per hari,

jumlah kendaraan yang dicat per hari, jam operasional dan sistem pembagian kerja yang berlaku serta jenis cat dan *thiner* yang biasa digunakan.

Sebelum sampling, terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap jenis *thiner* dan cat yang umumnya digunakan di Karasak, Kota Bandung. Sampel ini dianalisa dengan *Gas Chromatography – Mass Spectrometry (MS)* di Laboratorium MIPA Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung.

Pengambilan sampel uap toluen terinhalasi dilakukan dengan metode NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*), nomor 1501, issue 3 (NIOSH, 2003). Alat-alat yang digunakan adalah pipa pengadsorpsi karbon aktif (*activated charcoal* 100 mg/50 mg) yang dipasang pada krah baju subjek penelitian, kemudian disambungkan dengan selang ke pompa penghisap merk SKC. Pompa dinyalakan dengan kecepatan aliran udara antara 0,01 sampai dengan 0,20 liter/menit. Hasil sampling dianalisa menggunakan alat *gas chromatography-Flame Ionization Detector* di Laboratorium Balai Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bandung.

Pengambilan sampel urin dari pekerja dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu pagi hari sebelum bekerja, sore hari pada akhir kerja hari pertama, dan sore hari pada akhir kerja hari kedua. Pemeriksaan kadar asam hipurat dilakukan di Laboratorium Balai Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bandung, dengan metode 8300, issue 2 dari NIOSH (1994), dengan menggunakan teknik pengukuran *Visible Absorption Spectrophotometry (Spectrophotometry UV-Visible GBC-918)* dengan panjang gelombang 410 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sampel *thiner* dan campuran cat terlihat pada **Tabel 1**.

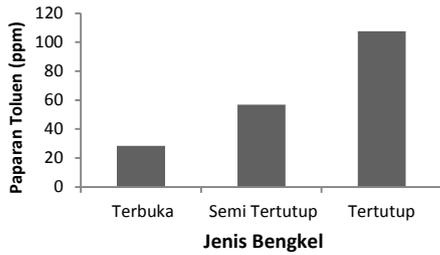
Tabel 1. Hasil Analisis Thiner dan Sampel Campuran Cat

Nama Senyawa Hidrokarbon yang Teridentifikasi	Komposisi Thiner (%)	Komposisi Sampel Campuran Cat (%)
n-Butane	1,00	-
2-Methyl butane	19,72	10,72
Pentane	22,64	12,13
2-Methyl pentane	14,97	-
3-Methyl pentane	6,72	-
Hexane	9,40	10,54
Methyl cyclopentane	5,73	5,62
unknown	6,16	22,18
3,3,4-trimethyl hexane	1,21	2,78
n-Heptane	1,43	3,02
Methyl -cyclohexane	2,95	5,94
Toluen	8,06	12,47
Unknown	-	8,31
Ethyl Benzene	-	1,58
p-Xylene	-	4,72

Paparan toluen rata-rata yang dihasilkan pada subjek penelitian adalah 71,29 ppm dengan rentang antara 22,10 – 167,48 ppm. Sedangkan pada kelompok kontrol rata-rata 0,892 ppm dengan rentang antara 0,36–2,07 ppm. Hasil paparan toluen pada kelompok kontrol lebih besar dari level toluen yang terdeteksi di daerah perkotaan, yaitu 0,0000266 – 0,0543 ppm (ATSDR, 2000).

Hasil pengukuran uap toluen pada subjek penelitian lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengukuran toluen yang dilakukan oleh Jafari *et al* (2009) di perusahaan cat di Iran, yaitu sebesar 105,82 ppm, dan hasil penelitian Sophianita (2003) pada sebuah percetakan di Jakarta, yaitu sebesar 100,38 ppm. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian Badjagbo *et al* (2010) hasilnya berbeda jauh. Hasil pengukuran uap toluen Badjagbo di sebuah bengkel mobil di Montreal paling tinggi sebesar 0,2927 ppm. Besarnya paparan uap toluen bergantung pada posisi pada saat mengecat, lokasi bengkel (terbuka atau tertutup), dan faktor fisik, seperti arah angin, suhu, kelembaban, dan tekanan udara.

Pengukuran paparan toluen pada penelitian ini hanya dilakukan selama dua jam, sesuai dengan lama proses pengecatan berlangsung. Oleh karena itu hasil pengukuran ini tidak dapat dibandingkan dengan nilai batas paparan (*Occupational Exposure Limit*) atau *Threshold Limit Value-Time Weighted Average (TLV-TWA)*. Bila dibandingkan dengan nilai *TLV-Short Term Exposure Limit (TLV-STEL)*, yaitu nilai ambang batas untuk paparan 15 menit yang tidak boleh terlampaui pada setiap waktu selama hari kerja. Maksimum terjadinya STEL adalah empat kali dalam sehari dan terdapat jangka waktu 60 menit diantaranya. Menurut NIOSH (2005), TLV-STEL untuk toluen yaitu 150 ppm. Dari hasil pengukuran, terdapat dua sampel yang melampaui batasan tersebut. Paparan tinggi pada kedua sampel karena bengkel tempat pengecatan mereka termasuk kategori tertutup, lubang udara tidak memadai, kecepatan angin relatif rendah sehingga uap toluen yang keluar dari proses penyemprotan memapari *breathing zone* lebih tinggi. Sampel lain yang memiliki konsentrasi paparan di atas rata-rata, umumnya terjadi pada jenis bengkel yang tertutup atau setengah tertutup. Hasil uji statistik, terdapat perbedaan yang bermakna pada paparan uap toluen berdasarkan jenis bengkel tempat pengecatan ($p < 0,05$). Perbedaan konsentrasi toluen berdasarkan jenis bengkel tempat pengecatan terlihat pada **Gambar 1**.

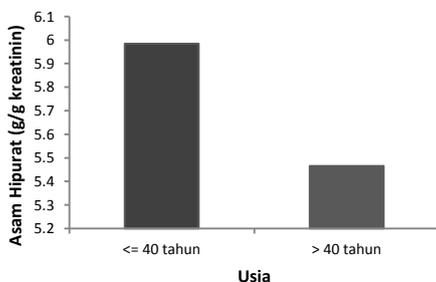


Gambar 1. Paparan toluen berdasarkan jenis bengkel tempat pengecatan

Konsentrasi rata-rata asam hipurat urin subjek penelitian pada pagi hari sebesar 1,72 g/g kreatinin urin dengan rentang antara 0,94 – 3,12 g/g kreatinin. Asam hipurat urin pada sore hari sebesar 5,79 g/g kreatinin dengan rentang antara 2,1 – 11,73 g/g kreatinin. Asam hipurat urin pada sore hari berikutnya sebesar 2,93 g/g kreatinin dengan rentang antara 1,05 – 7,9 g/g kreatinin. Sedangkan pada kelompok kontrol rata-rata hasil pengukuran pagi, sore hari dan sore hari berikutnya, masing-masing 0,927; 1,08; dan 0,163 g/g kreatinin.

Ketiga konsentrasi rata-rata asam hipurat dari subjek penelitian memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai *Biological Exposure Indices* (1,6 g asam hipurat/g kreatinin urin) (ACGIH, 2008). Konsentrasi asam hipurat pada akhir shift kerja hari pertama mengalami peningkatan pada seluruh subjek penelitian dibandingkan dengan pagi hari. Kadar asam hipurat sore hari berikutnya pada umumnya mengalami penurunan (87%) dibandingkan dengan sore hari pertama. Terdapat perbedaan antara konsentrasi asam hipurat awal shift kerja dengan akhir shift kerja ($p < 0,05$).

Karena subjek penelitian bekerja tidak menggunakan APD, kemungkinan ada paparan toluen yang masuk melalui kulit. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi asam hipurat urin, antara lain : usia, keadaan gizi, lama kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan minum kopi, kebiasaan makan makanan dan minuman yang mengandung pengawet.

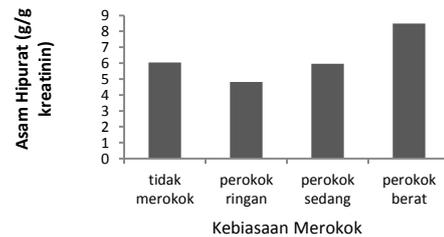


Gambar 2. Konsentrasi asam hipurat urin berdasarkan usia

Diperkirakan semakin lanjut usia seseorang, kemungkinan semakin besar dampak negatif uap

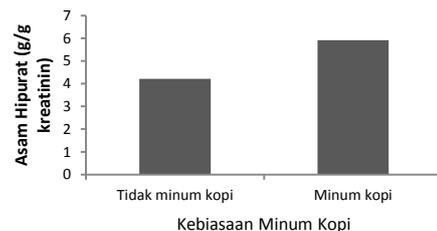
toluen terhadap kesehatannya, karena fungsi vital organ-organ tubuh mulai menurun, seperti hati dan ginjal (**Gambar 2**).

Kebiasaan merokok juga mempunyai risiko terhadap fungsi paru, sedangkan absorpsi toluen oleh subjek penelitian terutama melalui saluran pernapasan. Asap rokok juga mengandung toluen. Asap rokok memberi kontribusi yang besar pada *uptake* harian toluen pada perokok berat. Seseorang yang merokok 20 batang per hari, maka *intake* toluen ke dalam tubuhnya sebesar 1.000 µg/hari (ATSDR, 2000). Nilai asam hipurat setelah terpapar toluen pada perokok berat lebih tinggi dibandingkan perokok ringan dan sedang, terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Konsentrasi asam hipurat urin berdasarkan kebiasaan merokok

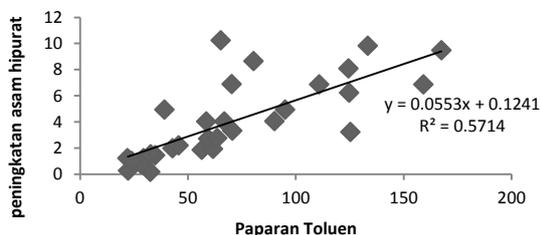
Konsumsi kopi akan meningkatkan asam hipurat urin karena komponen kopi (*chlorogenic, caffeic* dan *quinic acid*) termetabolisme sebagai asam hipurat (Munaka *et al.*, 2009). Peningkatan asam hipurat sangat signifikan dengan peningkatan konsumsi kopi (Ogawa *et al.*, 2011). **Gambar 4** menunjukkan asam hipurat urin lebih tinggi pada subjek penelitian peminum kopi.



Gambar 4. Konsentrasi asam hipurat urin berdasarkan kebiasaan minum kopi

Faktor makanan/minuman yang mengandung pengawet berkaitan dengan kandungan asam/garam benzoat yang selanjutnya akan diekskresikan sebagai asam hipurat, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan asam hipurat urin. Pada penelitian ini, seluruh subjek penelitian mempunyai kebiasaan makan dan minum makanan/minuman yang mengandung pengawet pada saat sampling dilakukan.

Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan antara paparan toluen dengan konsentrasi asam hipurat sore (Pearson, $r = 0,754$, $p < 0,005$), tetapi tidak terjadi hubungan yang signifikan dengan konsentrasi asam hipurat pagi maupun dengan konsentrasi asam hipurat sore hari berikutnya. Indikasi telah terjadinya paparan toluen terhadap pekerja terlihat dari peningkatan konsentrasi asam hipurat sebelum dan sesudah terpapar uap toluen. Nilai korelasi Pearson antara paparan toluen dengan peningkatan konsentrasi asam hipurat urin pada subjek penelitian sebesar 0,756, signifikan pada 0,01 dengan uji dua sisi (p value = 0,000). Artinya terdapat hubungan secara signifikan antara paparan toluen di area *breathing zone* dengan peningkatan asam hipurat urin pekerja pengecatan di Karasak, Bandung. Hubungan keduanya terlihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Hubungan paparan toluen dengan peningkatan asam hipurat urin

KESIMPULAN

Kandungan toluen pada *thiner* dan campuran cat yang digunakan di Karasak, masing-masing sebesar 8,06% dan 12,47%. Hasil pengukuran rata-rata paparan toluen pada pekerja pengecatan di Karasak sebesar 71,29 ppm, sedangkan pada pembanding sebesar 0,892 ppm. Hasil rata-rata konsentrasi asam hipurat urin pada pagi hari sebesar 1,72 g/g kreatinin, akhir shift kerja (sore hari kesatu) sebesar 5,79 g/g kreatinin, dan akhir shift hari berikutnya sebesar 2,93 g/g kreatinin. Hasil asam hipurat urin pekerja sudah melebihi nilai paparan biologis dari ACGIH.

Konsentrasi asam hipurat urin pekerja pengecatan pada akhir shift kerja mengalami peningkatan dari konsentrasi asam hipurat pada pagi hari. Selain itu terdapat hubungan yang bermakna antara paparan toluen dengan peningkatan kadar asam hipurat urin pekerja pengecatan mobil informal di Karasak, Kota Bandung.

Daftar Pustaka

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2000. *Toxicological Profile for Toluene*. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta – Georgia. Tersedia

dari <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.html> (diunduh pada 12 September 25, 2011).

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2010. *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*, Signature Publications, Cincinnati-Ohio.
- Azari, M.R., Konjin, Z.N., Pours, Z.F.S., Seyedi, M.D., 2012. Occupational Exposure of Petroleum Depot Workers to BTX Compounds, *The International Journal of Occupational Environmental Medicine (IJOEM)*, volume 3, halaman 39 – 44, tersedia di www.theijoem.com, (diunduh pada 20 Februari 2012).
- Badjagbo, K., Loranger, S., Moore, S., Tardif, R., Savre, 2010. BTEX Exposures Among Automobile Mechanics and Painter and Their Associated Health Risks, Human and Ecological Risk Assessment : *An International Journal*, vol 16, issue 2, p. 301 – 316. Tersedia dari <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807031003670071> (diunduh pada 10 Desember 2011).
- De Oliveira, H.M., Dagostin, G.P., da Silva, M.A., Tavares, P., da Rosa, L.A.Z., de Andrade, V.M., 2011. Occupational Risk Assessment of Paint Industry Workers, *Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine (IJOEM)*, volume 15, Issue : 2, halaman 52 – 58, tersedia di www.theijoem.com, (diunduh pada 20 Februari 2012).
- Jafari, M.J., Karimi, A., Azari, R., 2009. The Challenges of Controlling Organic Solvents in a Paint Factory due to Solvent Impurity, *Industrial Health*, 47, 326 – 332, www.ncbi.nlm.nih.gov. (diunduh pada 12 September 2011).
- Munaka, M., Katoh, T., Kohshi K., Sasaki, S., 2009. Influence of Tea and Coffee on Biomonitoring of Toluene Exposure. *Occupational Medicine* : 59 :397-401. Tersedia dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19436061> (diunduh pada 24 Februari 2012).
- National Institute Occupational Safety and Health, 1994. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) : Method 8300, Issue 2*, National Institute Occupational Safety and Health, Cincinnati. Tersedia dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/1994/pdfs/8300.pdf> (diunduh pada 11 November 2011).
- National Institute Occupational Safety and Health, 2003. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) : Method 1501, Issue 3*, National Institute Occupational Safety and Health, Cincinnati. Tersedia dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf> (diunduh pada 11 November 2011).
- Ogawa, M., Suzuki, Y., Endo, Y., Kawamoto, T., Kayama, F. 2011. Influence of Coffee Intake on Urinary Hippuric Acid Concentration. *Industrial Health*; 49: 195-202. Tersedia di www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21173531 (Diunduh pada 20 Januari, 2012).
- Worksafe Western Australia Commission (WWAC). 2009. *Code of Practice Spray Painting*, Worksafe Western Australia.