

**HUBUNGAN PAPARAN TOLUENE DENGAN GANGGUAN FUNGSI HATI
PADA PEKERJA BAGIAN PENGECATAN SEBUAH INDUSTRI KAROSERI DI
MAGELANG**

Mirror Sabda Mahendha Amien, Ari Suwondo, Siswi Jayanti

Bagian Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email: mirrorsabda@yahoo.com

Abstract : *Toluene was a volatile organic compound (VOC) or organic chemicals that very easy to vapor in room temperature. Toluene that fat soluble so easily accumulated in organs that contain lots of fat, one of them was liver. Liver was the main organ in the metabolism of toxic substances including toluene. Toluene metabolism produces reactive oxygen species (ROS) that was free radicals can damage cells. Indicator that used to detect the presence of liver damage was the levels of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) in the blood. The purpose of this study was to determine the association between toluene exposure with liver dysfunction in workers painting. This research used analytic observational method with cross-sectional approach. The population of of this study was 26 people. Sampling technique used total sampling. Analysis of association between toluene concentration with levels of ALT and AST, working period with AST used Spearman Rank test, work period with ALT levels used Pearson Product Moment. The results of this current research showed no association between toluene concentration with levels of ALT and AST in the blood, there is a association between work period with ALT levels and there is no association between work period with AST levels in the blood. Advice given that workers should wear a mask a respiratory purifying when did the painting to reduce the toluene exposure.*

Key Words : Toluene, Liver Dysfunction, ALT, AST

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Industri Karoseri merupakan industri lanjutan dari perakitan kendaraan bermotor, yaitu memodifikasi bagian pengangkutan muatan agar dapat dimanfaatkan untuk kegunaan yang berbeda dari asalnya. Di Indonesia fungsi utama industri karoseri adalah memodifikasi kendaraan roda empat dari bentuk asalnya menjadi jenis yang serbaguna. ⁽¹⁾ Salah satu pekerjaan pada industri karoseri yaitu pengecatan bodi kendaraan. Bahan kimia yang dipergunakan dalam cat antara lain *resin*, *pigment*, *solvent* (pelarut/*thinner*), dan *additives*. ⁽²⁾ Salah satu bahan kimia berbahaya yang banyak digunakan pada pengecatan adalah pelarut organik.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) melaporkan 9,8 juta pekerja di *United States* (US) dan 400.000 pekerja di Denmark terpapar pelarut organik. *Benzene*, *toluene*, *xylene*, dan *styrene* merupakan adalah pelarut organik aromatik yang paling sering digunakan pada industri. ⁽³⁾⁽⁴⁾

Toluene merupakan *volatile organic compound* (VOC) atau bahan kimia organik yang sangat mudah menguap pada suhu ruangan serta paling banyak digunakan di dunia sebagai pelarut. Toluene memiliki dampak kesehatan yang cukup berbahaya

bagi manusia yang terpapar. ⁽³⁾ Penggunaan toluene salah satunya yaitu pada industri pengecatan. Telah banyak dilakukan studi bahwa paparan toluene akut dan kronis dapat menimbulkan efek toksikologi pada hewan dan manusia. ⁽⁴⁾

Data dari *National Institute of Occupational Safety and Health* melaporkan bahwa terdapat 4,8 juta pekerja terpapar Toluene. ⁽⁵⁾ *National Occupational Exposure Survey* (NOES) melaporkan bahwa pada terdapat dua juta pekerja di Amerika Serikat yang berpotensi terpapar toluene. ⁽⁶⁾ Menurut *Annual Report of the American Association of Poison Control Centers* terdapat 856 kasus paparan zat toluene, 3 diantaranya merupakan kasus kematian. ⁽⁷⁾ Jumlah penggunaan toluene di Indonesia semakin meningkat, berdasarkan data statistik tercatat pada tahun 1990 pemakaian toluene sebesar 44.061.498 kg hingga tahun 1997 meningkat menjadi 93.361.061 kg. ⁽⁸⁾ Pada pekerja industri sepatu di Ciomas dan Tasikmalaya, Jawa Barat mengalami gangguan kesehatan, serta 11 bengkel pengecatan di Semarang 30% pekerja juga mengalami gangguan kesehatan akibat paparan toluene. ⁽⁹⁾

Hati merupakan organ dalam vital yang memiliki fungsi salah satunya adalah detoksifikasi zat toksik. ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ Detoksifikasi

toluene yang terjadi di hati menghasilkan kelompok oksigen reaktif (ROS) yang bersifat radikal bebas.⁽¹²⁾ Keberadaan ROS yang terlalu banyak, dapat menyebabkan kerusakan sel hati.⁽¹³⁾ Terdapat beberapa tes fungsi hati yang sering digunakan yang paling umum yaitu *Aspartate Aminotransferase* (AST) dan *Alanine Aminotrasferase* (ALT). Enzim ALT dan AST merupakan indikator yang paling baik dalam mendeteksi adanya kerusakan hati, karena kedua enzim tersebut akan meningkat terlebih dahulu dan meningkat lebih signifikan dibandingkan enzim lain.⁽¹²⁾⁽¹³⁾

Sebuah industri karoseri di Magelang sebagai sektor formal yang memiliki pekerja yang lebih dari 100 orang, harus menerapkan semua syarat keselamatan dan kesehatan kerja yang diwajibkan oleh pemerintah Indonesia. Berdasarkan hasil survey pendahuluan, industri karoseri tersebut belum memiliki bagian atau unit khusus yang bertugas melakukan pengelolaan K3. Selain itu, belum juga terdapat pengawas khusus dibidang K3 pada tiap bagian kerjanya terutama di area bengkel (pengelasan, pengecatan, finishing) yang memiliki risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) yang tergolong cukup tinggi. Disamping itu, belum ada

pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk pekerja. Terdapat keluhan yang dirasakan seperti sesak nafas, pusing, lemas dan mual, serta ada beberapa pekerja yang memiliki kondisi bola mata sedikit berwarna kuning yang merupakan indikasi adanya gangguan pada fungsi hati orang tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Komponen Cat

Cat pada dasarnya merupakan campuran dari binder sebagai pengikat agar cat menempel ke permukaan, pigmnet sebagai pemberi warna pada cat dan mencegah korosi serta solvent atau pelarut.⁽¹⁴⁾ Keberadaan *binder* adalah untuk mengikat atau menahan zat pewarna atau *pigment* ke permukaan. *Pigment* dalam cat berfungsi sebagai pewarna dan meningkatkan ketahanan cat. Semua cat mengandung *solvent* atau pelarut yang biasanya berupa *thinner*. *Thinner* akan segera menguap setelah cat diaplikasikan, pada saat itu juga pekerja menghirup bahan berbahaya yang ada dalam *solvent*.

Toluene

Toluene adalah senyawa kimia yang termasuk dalam golongan hidrokarbon aromatik. *Toluene* banyak digunakan pada industri bahan kimia, sebagai pelarut seperti

di industri karet alam dan sintetis, aspal, pengecatan, *thinner*, *coating*, lem, vernis, minyak, tinta cetak benam dan percetakan. *Toluene* lebih banyak dipakai sebagai pelarut dibandingkan dengan *Benzene* dan *Xylene*.⁽⁶⁾

Toluene yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga jalur, yaitu pernafasan, oral dan kulit. Sifat *toluene* yang mudah menguap menyebabkan sangat mudah untuk masuk melalui jalur pernafasan. *Toluene* yang terabsorpsi kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh terutama pada jaringan yang banyak mengandung lemak, seperti jaringan adiposa, otak sumsum tulang, ginjal dan hati. *Toluene* akan didetoksifikasi di hati sebelum diekskresikan keluar tubuh melalui *urine* dalam bentuk asam hipurat.⁽³⁾

Alanine Aminotransferase dan Aspartate Aminotransferase

Alanine aminotransferase (ALT) adalah suatu enzim yang ditemukan paling dominan di hati. Enzim ini dilepas ke dalam darah jika sel hati mengalami kerusakan atau luka. Meskipun tidak dapat digunakan sebagai diagnosa penyakit yang spesifik, namun ALT bersama AST dapat dikombinasikan dengan enzim lain untuk *monitoring* berbagai gangguan hati. Pada orang dewasa, kadar ALT normal adalah 5

– 35 U/L. *Aspartate Aminotransferase* (AST) adalah enzim yang ditemukan di jaringan atau sel yang memiliki aktivitas metabolisme tinggi, misal jantung, hati, dan otot. Enzim ini dikeluarkan ke aliran darah karena adanya kerusakan atau luka pada hati, jantung, otot atau otak. Seperti halnya enzim ALT, enzim AST bersama enzim lain dapat digunakan untuk *monitoring* gangguan hati. Kadar ALT dan AST dalam darah dapat secara langsung berkaitan dengan tingkat kerusakan pada jaringan. Kadar AST normal pada orang dewasa adalah 5 – 40 U/L.⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

Detoksifikasi *Toluene*

Detoksifikasi di dalam hati, *toluene* melewati dua fase sebelum di ekskresi ke ginjal dalam bentuk asam hipurat. Pada fase satu *toluene* dirubah menjadi benzil alkohol dengan bantuan *cytochrome* P450. Benzil alkohol dirubah menjadi asam benzoat oleh alkohol dehidrogenase dan aldehid dehidrogenase. Asam benzoat berkonjugasi dengan *glisin* pada fase dua membentuk asam hipurat.⁽³⁾ Selama proses detoksifikasi tersebut, menghasilkan kelompok oksigen reaktif (ROS) yang bersifat radikal bebas. Kerusakan sel hati dapat terjadi dari hasil pembentukan oksigen reaktif tersebut.^{(10) (16)} Radikal bebas dapat merusak sel dengan cara

merusak membran sel tersebut. Mekanisme terjadinya kerusakan sel atau jaringan karena radikal bebas paling awal ditemukan adalah peroksidasi lipid.⁽¹¹⁾ Peroksidasi lipid ini paling banyak terjadi di membran sel, terutama asam lemak tidak jenuh yang merupakan komponen penting penyusun membran sel. Peroksidasi lipid akan terbentuk dalam rantai yang panjang dan dapat merusak organisasi membran sel.⁽¹⁷⁾

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar ALT dan AST

Pemeriksaan enzim ALT dan AST tidak spesifik kepada kerusakan hati. Enzim ALT paling banyak atau dominan terdapat di hati, selain itu terdapat juga pada otot dan ginjal. Sedangkan enzim AST dominan terdapat di hati serta ditemukan juga pada otot, hati, ginjal, sel darah merah dan otak.⁽¹⁸⁾ Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan kadar ALT dan AST diantaranya adalah kronis dan atau akut hepatitis, *hemochromatosis* (kelainan metabolisme besi), sirosis hati (inflamasi), abses hati (gangguan oleh infeksi bakteri), perlemakan hati, penyalahgunaan alkohol, obat-obatan, obesitas, *ischemia* (terbatasnya *supply* darah ke jaringan), hemolisis, dan aktivitas otot

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah analitik observasional, untuk mencari hubungan antar variabel bebas dan terikat dan pengujian hipotesis dengan pendekatan *cross sectional*.

Subjek pada penelitian ini adalah seluruh pekerja bagian pengecatan sebuah industri karoseri di Magelang, dan metode pengambilan sampel nya menggunakan *total sampling*, yaitu seluruh populasi menjadi sampel responden penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi *toluene* dan masa kerja, serta variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar ALT dan kadar AST dalam darah pekerja bagian pengecatan sebuah industri karoseri di Magelang.

Pengukuran konsentrasi *toluene* menggunakan metode NIOSH 1501 di empat titik area kerja bagian pengecatan. Alat yang dipakai untuk mengambil sampel udara adalah *low volume sampler* dengan *coconut shell charcoal* sebagai absorbannya. Kemudian dianalisis menggunakan alat *Gas Chromatography*. Masa kerja diukur menggunakan kuesioner. Kadar ALT dan AST diperiksa dengan pengambilan darah pekerja kemudian dianalisis dengan metode kinetik IFCC

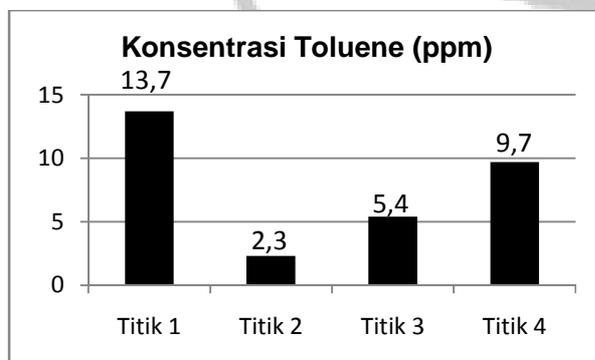
(*International Federation of Clinical Chemistry*)

Pengolahan data dilakukan setelah pengumpulan data dan wawancara dengan responden, kemudian dilakukan *editing, coding, entry data* dan *tabulating*. Analisis univariat menghasilkan distribusi frekuensi dan persentase. Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel, dengan menggunakan uji korelasi *Pearson Product Moment* dan *Rank-Spearman*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Toluene

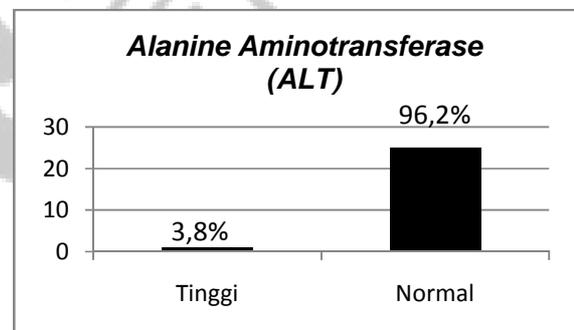
Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi *toluene* pada titik satu yaitu di pengecatan *body* dan pernis adalah paling tinggi sebesar 13,7 ppm. Titik kedua di pengecatan motif adalah sebesar 2,3 ppm, titik tiga di pengecatan dasar sebesar 5,4 ppm serta titik empat di pendempulan dan pengecatan dasar sebesar 9,7 ppm.



Gambar 1. Diagram Konsentrasi Toluene di Bagian Pengecatan Tahun 2014

Alanine Amino Transferase (ALT)

Kadar ALT dalam darah pekerja bagian pengecatan sebagian besar adalah normal dengan persentase 96,2% berjumlah 25 orang, sedangkan 1 orang memiliki kadar ALT tinggi dengan persentase 3,8%.



Gambar 2. Diagram Kadar ALT dalam Darah Pekerja Bagian Pengecatan Tahun 2014

Aspartate Aminotransferase (AST)

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa seluruh pekerja bagian pengecatan memiliki kadar AST dalam darah yang normal.

Karakteristik Responden

Sebesar 53,8% pekerja bagian pengecatan berumur lebih dari 40 tahun dengan jumlah 14 pekerja. Umur paling tua adalah 57 tahun dan paling muda 24 tahun.

Sebesar 53,8% pekerja bagian pengecatan masa kerja lebih dari 10 tahun dengan jumlah 14 pekerja. Masa kerjapaling

lama adalah 17 tahun dan paling baru satu tahun.

Sebesar 57,7% pekerja bagian pengecatan memiliki IMT normal dengan jumlah 15 pekerja. IMT tertinggi adalah 30,82 dan terendah 15,96.

Sebesar 53,8% pekerja bagian pengecatan memiliki kebiasaan merokok sehari lebih dari 5 batang dengan jumlah 14 pekerja.

Sebesar 57,7% pekerja bagian pengecatan jarang menggunakan APD dalam bekerja dengan jumlah 15 pekerja.

Seluruh pekerja bagian pengecatan tidak memiliki kebiasaan minum alkohol dan tidak memiliki riwayat penyakit hati.

Hubungan Konsentrasi *Toluene* dengan Kadar ALT dan AST

Uji hubungan konsentrasi *toluene* dengan kadar ALT dan AST digunakan uji *Rank Spearman*. Berdasarkan uji *Rank Spearman* yang dilakukan, diperoleh *p-value* >0,05 yang berarti H_a ditolak dan H_0 diterima pada uji hubungan konsentrasi *toluene* dengan ALT dan AST. Dapat disimpulkan bahwa secara statistik pada penelitian saat ini tidak terdapat hubungan antara konsentrasi *toluene* dengan kadar ALT dan AST dalam darah pekerja pengecatan.

Hubungan Masa Kerja dengan Kadar ALT dan AST

Uji hubungan masa dengan kadar ALT digunakan uji *Rank Spearman*. Berdasarkan uji *Rank Spearman* yang dilakukan, diperoleh *p-value* <0,05 yang berarti H_a diterima dan H_0 ditolak pada uji hubungan masa kerja dengan ALT. Uji hubungan masa dengan kadar AST digunakan uji *Pearson Product Moment*. Berdasarkan uji *Pearson Product Moment* yang dilakukan, diperoleh *p-value* >0,05 yang berarti H_a ditolak dan H_0 diterima pada uji hubungan masa kerja dengan AST. Dapat disimpulkan bahwa secara statistik pada penelitian saat ini terdapat hubungan antara masa kerja dengan kadar ALT, sedangkan tidak terdapat hubungan masa kerja dengan kadar AST dalam darah pekerja pengecatan.

Menurut Guzelian, kenaikan kadar enzim hati (ALT, dan AST) terjadi pada paparan *toluene* yang besar yaitu 30-350 ppm. Dengan kata lain, paparan *toluene* yang rendah tidak akan mempengaruhi kadar ALT dan AST.⁽¹⁹⁾ Penelitian lain oleh Greenburg, dari 106 pekerja pengecatan yang terpapar *toluene* pada pabrik pesawat dilaporkan 30,2% mengalami gangguan fungsi hati, yaitu pembesaran hati.⁽²⁰⁾ Sebaliknya penelitian lain oleh Ukai tidak

mendeteksi adanya kenaikan kadar serum enzim hati akibat paparan *toluene* pada pekerja. Penelitian tersebut melaporkan bahwa tidak ada kenaikan yang signifikan pada serum liver enzim pada 452 pekerja pembuat sepatu dan percetakan yang terpapar *toluene* sekitar 24,7 ppm, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak terpapar.⁽²¹⁾

KESIMPULAN

1. Konsentrasi *toluene* pada bagian pengecatan paling tinggi adalah di titik satu pengecatan *body* dan pernis, yaitu sebesar 13,7 ppm, sedangkan yang terendah adalah di titik dua pengecatan motif *body* yaitu sebesar 2,3 ppm.
2. Masa kerja pekerja bagian pengecatan antara 1-17 tahun dengan rata-rata 7 tahun. Masa kerja paling banyak adalah selama lebih dari 7 tahun dengan persentase 53,8% berjumlah 14 orang, sedangkan 12 orang bekerja selama kurang dari 7 tahun dengan persentase 46,2%.
3. Kadar ALT dalam darah pekerja bagian pengecatan pada penelitian saat ini sebagian besar adalah normal dengan persentase 96,2% berjumlah 25 orang.

4. Kadar AST dalam darah pekerja bagian pengecatan pada penelitian saat ini seluruhnya normal.
5. Konsentrasi *toluene* pada penelitian saat ini menunjukkan tidak terdapat adanya hubungan dengan kadar ALT dalam darah pekerja bagian pengecatan.
6. Konsentrasi *toluene* pada penelitian saat ini menunjukkan tidak terdapat adanya hubungan dengan kadar AST dalam darah pekerja bagian pengecatan.
7. Masa kerja pada penelitian saat ini menunjukkan terdapat adanya hubungan dengan kadar ALT dalam darah pekerja bagian pengecatan.
8. Masa kerja pada penelitian saat ini menunjukkan tidak terdapat adanya hubungan dengan kadar AST dalam darah pekerja bagian pengecatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wikipedia. *Industri Karoseri*. (Online), 2010, (<http://id.wikipedia.org/wiki/Karoseri>), diakses pada tanggal 20 Oktober 2014)
2. Susyanto, Heri. *Solvent*. (Online), 2010, (http://www.oocities.org/heri_susyanto/Solvent.htm), diakses pada tanggal 20 Oktober 2014)
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Toxicological Profile For Toluene*. (Online), 2000. (<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles>), diakses pada tanggal 10 Agustus 2014)

4. Tutkun, Engin, et al. *Serum Aspartate Transaminase is not a Useful Diagnostic Biomarker in Industrial Toluene Exposure*. 2013.
5. Mohammadi, Saber, et al. *The Effect of Exposure To A Mixture Of Organic Solvents On Liver Enzymes In An Auto Manufacturing Plant*. 2010.
6. International Programme on Chemical Safety. *Environmental Health Criteria 52 Toluene*. Geneva : WHO, 1985.
7. Bronstein, Alvin C, et al. *Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS) 29th Annual Report*. 2011.
8. Theyoto. *Pengaruh Paparan Toluene dan Faktor-Faktor Risiko Lain Terhadap Kadar Asam Hipurat Urin Tenaga Kerja di Unit Pengecatan Pabrik PT. X*. Jakarta : Magister Sains Kesehatan dan Keselamatan Kerja Universitas Indonesia, 1999
9. Budiono, Irwan. *Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerjaan Pengecatan Mobil*. s.l. : Tesis. Program Studi Magister Epidemiologi Universitas Diponegoro, 2007
10. Mattia, Cara J, Adam Jr, James D dan C, Bondy Stephen. *Free Radical Induction in The Brain and Liver by Products of Toluene Catabolism*. 1993
11. Burmistrov, S.O, et al. *Effect of Chronic Inhalation of Toluene and Dioxane on Activity of Free Radical Processes in Rat Ovaries and Brain*. s.l. : Bulletin of Experimental Biology and Medicine, 2001.
12. Fathoni, Fajarrullah. *Studi Kadar SGPT, SGOT dan Total Protein Pada Serum Darah Anjing Kampung (Canis familiaris) Usia 3 dan 6 Bulan*. Bogor : Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, 2008.
13. Aisjah, Girindra. *Biokimia I*. Jakarta : Gramedia, 1986.
14. Nugraheni, Elizabeth S. *Macam Penyakit Hepar dan Pemeriksaannya*, 2008,(Online), (<http://elib.fk.uwks.ac.id/asset/archieve/jurnal/Vol1.no2.Juli2008/macam%20%20penyakit%20hepar%20dan%20pemeriksaannya.pdf>, diakses pada tanggal 20 Oktober2014)
15. Huan, Xing-Jiu, et al. *Aspartate Aminotransferase (AST/GOT) and Alanine Aminotransferase (ALT/GPT) Detection Techniques*. South Korea : MDPI,2006.
16. Sturgill, Marc G. dan Lambert, George H. *Xenobiotic-Induced Hepatotoxicity: mechanism of liver injury and methods of monitoring hepatic function*. 1997
17. Sikka, S, Rajasekaran, M dan W.J.G, Hellstrom. *Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Male Infertility*. s.l. : Journal of Andrology, 1995.
18. Chalasani, Naga. *Clinical Meaning of Elevated Aminotransferase Activity*. 2014, (Online), (<http://www.fda.gov/downloads/Drugs/ScienceResearch/ResearchAreas/ucm076734.pdf>, diakses pada tanggal 11 November 2014)

19. Guzelian, P, S, Mill dan Fallon, HJ. *Liver Structure and Function in Print Workers Exposed to Toluene*. 1988.
20. Greenburg, L, MR, Mayers dan Heimann H, et al. *The Effect of Exposure to Toluene in Industry*. s.l. : JAMA, 1942.
21. Ukai, H, Watanabe, T dan Nakatsuka, H, et al. *Dose-dependent Increase in Subjective Symptoms Among Toluene-Exposed Workers*. 1993.
22. N, Fiedler dan S, Lerman. *Organic Solvents and Fuels*. In: Rom W 9ed)
23. C. Lu, Frank. *Toksikologi Dasar. Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Risiko*. Jakarta : Universitas Indonesia, 1995.
24. New Zealand Institute of Chemistry, NZIC. *Chemical Processes. Polymer*. 2010,(Online), (<http://nzic.org.nz/ChemProcesses/polymers/10D.pdf>, diakses pada tanggal 26 November2014)

