

Dampak dan Monitoring pada Pekerja Terpapar Benzena

Susanty Dewi Winata

Staf Pengajar Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja FK Ukrida
Alamat Korespondensi: susandwinata@yahoo.com

Abstrak

Benzena merupakan salah satu senyawa hidrokarbon aromatik yang banyak digunakan di sektor industri karet, penyulingan minyak, pabrik kimia, pabrik sepatu, dan industri yang terkait dengan minyak. Benzena juga ditemukan pada fasilitas publik seperti asap rokok, pompa bensin, pembakaran bahan bakar mobil, dan sebagainya. *American Conference of Government Industrial Hygienists* (ACGIH) menggolongkan benzena kedalam bahan karsinogen group-1A. Pengukuran benzena dapat dilakukan dalam udara ekspirasi, urin dan darah. Paparan benzena dalam kadar yang rendah di tempat kerja dapat dinilai dengan baik oleh t,t-asam mukonat dan S-asam fenil merkapturat dalam urin. Dengan nilai ambang batas (NAB) benzena 0,5 ppm, ACGIH merekomendasikan pengukuran t,t-asam mukonat dan asam fenilmerkapturat dalam urin dengan indeks monitoring biologis 0,5 mg/g kreatinin sedangkan untuk asam mukonat yaitu 25µg/g kreatinin. Diperlukan berbagai pengendalian paparan agar para pekerja terlindung dari dampak buruk benzena terhadap kesehatan pekerja.

Kata Kunci : paparan, dampak Benzena

Abstract

Benzena is a aromatic hydrocarbon prevalently used in the rubber industry, oil refinery, chemical industry, shoe factories and other industries correlated with oil. Benzena can also be found in public facilities as it is contained in smoke of the cigarette, petrol station and the result of fuel burning. ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienists) classifies Benzena in Carcinogen group 1A. Benzena measurement can be conducted in the expiration air, urine and blood. The exposure of benzena at working place can be measured precisely by t-Mukonat Acid and S-Phenylmercapturat acid content in the urine with biological monitoring index of 0,5 mg/g Creatinin for Mukonat Acid and 25µg/g Creatinin for Phenylmercapturat acid. There should be control in the level of the chemicals to protect the workers from the harmful effects of benzena to their health.

Key words : hazard, effect of Benzena

Pendahuluan

Benzena merupakan salah satu senyawa hidrokarbon aromatik. Zat ini memiliki banyak kegunaan bagi kehidupan manusia, terutama bagi sektor industri. Pada tahun 1998, kurang lebih 8 juta ton benzena diproduksi di Amerika Serikat. Penggunaan benzena ini cukup luas pada industri yang meliputi industri karet, penyulingan minyak, pabrik kimia, pabrik sepatu, dan industri yang

terkait dengan minyak.¹ Benzena bisa ditemukan pada fasilitas publik seperti asap rokok, pompa bensin, pembakaran bahan bakar mobil, dan sebagainya.

Sejak berabad-abad yang lalu benzena diketahui mempunyai efek toksik terhadap darah dan sumsum tulang, tetapi baru pada dekade yang lalu studi epidemiologis membuktikan benzena sebagai suatu bahan karsinogen. *International Agency for Research on Cancer* (IARC) menggolongkan benzena

kedalam bahan karsinogen group-1A, yaitu bahan yang terbukti karsinogenik terhadap manusia. Benzena toksik terhadap sistem darah dan bisa menyebabkan leukemia.²

Pajanan benzena yang berlebihan dapat memberikan efek akut maupun kronik terhadap berbagai organ.¹ Pekerja yang terpapar oleh pelarut organik ini, diperkirakan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) mencapai 9,8 juta orang, terutama pekerja yang bekerja pada produksi cat, pelekats, lem, pelapis, pelarut lemak/bahan pembersih, produksi pewarna, polimer, plastik, tekstil, tinta percetakan, produk pertanian, serta farmasi.^{1,2} NIOSH memperkirakan lebih dari 2 juta pekerja di Amerika Serikat kemungkinan terpajan benzena. Tahun 1987 kurang lebih 237 ribu pekerja di Cina mempunyai risiko besar pada berbagai industri yang membuat atau menggunakan benzena.¹ Sedangkan di Indonesia, belum ditemukan data-data yang pasti mengenai kaitan efek benzena terhadap pekerja.

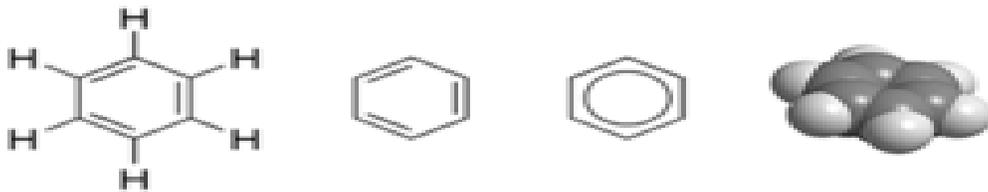
Benzena diproduksi dalam jumlah besar, dan sebagian besar digunakan sebagai komponen *gasoline* (bensin-sebagai bahan bakar motor), dengan konsentrasi rata-rata kurang dari 1 %. Benzena sangat penting bagi bahan bakar yang tidak menggunakan timbal (*unleaded fuels*) karena sifat *anti-knock*-nya. Dalam tahun 1978 saja, diperkirakan 1,650 juta galon telah

digunakan sebagai pencampur *gasoline*. Kemudian meningkat menjadi 2,412 juta galon pada tahun 2000. Dan dalam jumlah yang lebih sedikit, kurang dari 2% digunakan sebagai pelarut di industri yang telah disebutkan diatas. Karena sifatnya yang mudah menguap serta mudah larut, benzena berpotensi mencemari lingkungan, melalui kontaminasi terhadap air serta memasuki area dimana air dapat berpenetrasi.

Gambaran Umum Benzena

Benzena atau Benzol merupakan senyawa kimia organik dengan rumus bangun C₆H₆. Benzena merupakan hidrokarbon aromatik dan hidrokarbon siklik dengan ikatan *pi* yang kontinu. Banyak unsur kimia yang merupakan turunan dari benzena dimana satu atau lebih atom hidrogen digantikan oleh gugus fungsional yang lain. Benzena merupakan salah satu campuran alami pada minyak mentah, namun biasanya benzena disintesis dari senyawa lain yang terdapat pada minyak bumi. Turunan terpentingnya adalah cincin yang mengandung atom nitrogen.^{3,4}

Bentuk benzena berupa cairan tidak berwarna dan mudah terbakar dengan bau yang harum/manis, dan dengan titik cair yang relatif tinggi.^{4,5} Zat ini bersifat karsinogenik dan penggunaannya sebagai bahan aditif pada bahan bakar minyak sudah mulai dibatasi.¹



Bentuk Molekul Benzena ²

OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) :

- Batas pajanan yang diperbolehkan (*permissible exposure limit/PEL*), adalah 1 ppm rata-rata selama 8-jam kerja dan 5 ppm, dan tidak boleh lebih selama 15 menit *short term exposure limit* (STEL) waktu kerja.

NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) :

- Batas pajanan yang direkomendasikan adalah 0.1 ppm rata-rata untuk selama 10 jam kerja, dan tidak boleh lebih dari 1 ppm untuk selama 15 menit.

ACGIH (*American Conference of Government Industrial Hygienists*) :

- Batas pajanan yang direkomendasikan adalah 0.5 ppm rata-rata selama 8 jam kerja, dan 2.5 ppm sebagai STEL.

Produksi, Penggunaan, dan Limbah Benzena

Sejumlah kecil benzena dapat dihasilkan melalui pembakaran yang tidak sempurna dari zat yang mengandung kaya atom C. Benzena juga dapat berasal dari asap gunung berapi, kebakaran hutan, dan pada asap rokok. Secara komersil, benzena dihasilkan dari sumber minyak bumi dan batubara. Di Amerika serikat, lebih dari 98% benzena yang diproduksi berasal dari industri petrokimia dan penyulingan minyak. Tiga proses kimia dalam industri yang menghasilkan benzena yaitu pembentukan katalitik, reaksi hidrodealkilasi toluene, dan *steam cracking*.^{1,4}

Sekarang ini benzena terutama digunakan sebagai zat perantara dalam menghasilkan zat kimia/prekursor zat-zat seperti etilbenzena, *cumene*, dan sikloheksana. Etilbenzena berguna untuk sintesis *styrene* dalam pembuatan polimer, elastomer dan plastic. *Cumene* berguna dalam sintesis fenol pada pembuatan resin, bahan perekat, dan nilon. Selain itu, *cumene* juga berguna dalam sintesis aseton untuk bahan pelarut dan obat-obatan. Sikloheksana digunakan pada produksi serat nilon. Industri kimia lain yang juga melibatkan benzena yaitu nitrobenzena yang digunakan pada produksi anilin, uretan, alkilbenzena sulfonat linear, klorobenzena, dan anhidrida maleat. Benzena juga merupakan komponen dalam bahab bakar minyak (BBM) baik pada minyak mentah maupun setelah proses penyulingan. Benzena terutama penting pada BBM nontimbal karena sifat *antiknocking* nya. Meskipun saat ini penggunaan benzena sebagai mulai dibatasi dan digantikan dengan pelarut organik lainnya, namun sejumlah kecil (2%) benzena masih digunakan dalam pembuatan beberapa jenis karet, bahan pelicin, pewarna, detergen, obat, bahan peledak, napalm, pestisida, pelarut pada industri cat, tinner, kulit sintesis, benzena juga digunakan pada industri sepatu dan percetakan.^{1,4,5}

Limbah yang mengandung benzena terdapat pada industri dengan produk kimia komersil, pembuatan bahan kimia intermediet, dan pelarut. Sehingga diperlukan metode penanganan limbah yang mengandung benzena seperti penanganan biologis, ekstraksi

pelarut, pemurnian udara/uap, dan proses karbon teraktivasi.⁴

Dampak Pajanan Benzena terhadap Kesehatan

ACGIH mengategorikan benzena pada grup A1, yaitu bahan kimia yang bersifat karsinogen. Secara epidemiologis dan studi kasus menghasilkan bukti asosiasi antara pajanan benzena dengan leukemia mielositik akut/leukemia nonlimfositik akut, juga diperkirakan menimbulkan leukemia limfositik akut dan limfoma nonhodgkin.^{6,7}

Gejala dan Tanda

Efek pajanan benzena dengan konsentrasi yang tinggi dalam waktu singkat dapat dikenali pada awalnya karena baunya, kemudian dapat terasa sesak napas, cepat marah, *eforia*, gejala-gejala iritasi pada mata, hidung dan saluran napas, dapat terasa sakit kepala, pusing berputar, mual, atau tanda-tanda intoksikasi. Pajanan yang sangat tinggi dapat menimbulkan kejang-kejang dan kehilangan kesadaran. Makan atau minum makanan yang mengandung kadar benzena yang tinggi, dapat menimbulkan muntah, iritasi lambung, rasa mengantuk, pusing, berdebar-debar, hingga kematian.^{5,6}

Pemajanan benzena kronis yang berulang dan lama meskipun dalam konsentrasi yang rendah, dapat menimbulkan bermacam kelainan darah yang bervariasi dari anemia hingga leukemia, penyakit yang ireversibel dan fatal.^{5,8}

Benzena bersifat mengiritasi kulit. Kontak langsung dengan kulit dapat menimbulkan eritema. Kontak berulang dan menahun dapat menimbulkan dermatitis yang kering dan berskuama atau terjadinya infeksi kulit sekunder.

Tanda-Tanda Patognomonik

Tanda dan gejala toksisitas benzena dapat tidak spesifik. Hanya riwayat penyakit yang jelas dan prosedur investigasi yang memadai bagi seorang dokter, agar mampu menyingkirkan atau mengkonfirmasi adanya kaitan antara tanda klinis dengan pajanan benzena di tempat kerja.⁸

Dalam kaitan penggunaan benzena sebagai pelarut, sebagian besar pelarut dapat

menjalani biotransformasi dan dapat meningkatkan aktivitas isozim sitokrom P-450, karena pelarut sering berada dalam campuran (penggunaan beberapa pelarut dalam satu campuran), sehingga interaksi antara zat-zat kimia tersebut mungkin dapat terjadi. Sebagai contoh benzena dapat meningkatkan efek toksik zat lain dengan meningkatkan bioaktivasinya. Di lain pihak, toksisitas dapat juga berkurang pada campuran tertentu. Contohnya, toluena dapat mengurangi toksisitas dengan cara bersaing dengan benzena menghambat sistem enzim bioaktivasi.⁹

Nilai Ambang Batas

Di udara, nilai ambang batas (NAB) benzena dalam bentuk uap yang diperbolehkan 1 ppm untuk 8 jam kerja dan batas maksimum pajanan singkat (STEL) adalah 5 ppm untuk setiap periode 15 menit. Sedangkan dalam bentuk pajanan terhadap kulit, NAB yang diperbolehkan yaitu 0,5 ppm *Time Weighted Average* (TWA) dan batas maksimum pajanan singkat yaitu 2,5 ppm (STEL). Namun prinsipnya kontrol pajanan serendah mungkin di bawah nilai NAB.^{5,10}

Evaluasi Medis/Kesehatan Pekerja

Pada saat terjadi keadaan gawat darurat/kecelakaan, lakukan *follow up* pemeriksaan kesehatan terhadap setiap pekerja yang terpajan benzena.

Buat evaluasi medis terhadap pekerja dengan pajanan yang berisiko (pajanan benzena pada atau di atas tingkat aksi sekurang-kurangnya 30 hari dalam periode 12 bulan, pada atau di atas NAB sekurang-kurangnya 10 hari dalam periode 12 bulan, pajanan terdahulu dengan konsentrasi di atas 10 ppm benzena, pekerjaan sekarang atau terdahulu berisiko dengan pajanan benzena lebih dari 0,1% benzena.

Pada evaluasi awal, lakukan pengambilan anamnesis yang detail mengenai pajanan benzena di tempat kerja sebelumnya, pajanan mielotoksitas di luar pekerjaannya yang sekarang, pajanan radiasi ionisasi, riwayat keluarga dengan diskrasia darah, riwayat diskrasia darah termasuk kelainan genetik pada haemoglobin/talasemia, kelainan perdarahan, dan fungsi yang tidak normal dari komponen darah, riwayat gangguan ginjal dan

hati, serta riwayat penggunaan obat-obatan yang rutin diminum. Lakukan pemeriksaan fisik yang lengkap termasuk uji fungsi paru dan evaluasi khusus sistem kardipulmonal jika pekerja memerlukan penggunaan respirator sekurang-kurangnya 30 hari dalam setahun. Selain itu, lakukan hitung sel darah lengkap seperti hitung jenis leukosit, hitung trombosit kuantitatif, hematokrit, haemoglobin, hitung eritrosit dan ukurannya (MCV, MCH dan MCHC). Sebagai tes tambahan, pemeriksaan untuk mengetahui perubahan komponen dalam darah.

Sebagai pemeriksaan tahunan diperlukan *update* riwayat yang meliputi pajanan baru terhadap racun bagi sumsum tulang, perubahan dalam penggunaan obat-obatan, tanda fisik terkait dengan gangguan darah. Jika hasil hitung darah lengkap normal, tidak diperlukan evaluasi lebih lanjut. Jika ada kelainan pada hitung darah lengkap, ulangi pemeriksaan darah dua minggu kemudian. Jika kelainannya masih ada, segera rujuk ke ahli hematologi atau internis untuk *follow up*.

Monitoring Biologis

Pengukuran fenol dalam urin untuk mengetahui pajanan benzena tidak lagi direkomendasikan. Sekarang ini uji biologis yang dipertimbangkan yaitu asam mukonat dan asam fenil merkapturat dalam urin. Selain itu dapat juga dilakukan pengukuran benzena dalam udara ekspirasi, urin, dan darah. Beberapa penelitian mencoba menggunakan penanda lain yaitu metabolit benzena berupa katekol, hidrokuinon, dan 1,2,4-trihidroksibenzena dalam urin, dan juga pengukuran epoksibenzena pada protein (hemoglobin, albumin) dan DNA sel darah putih.¹⁰

A. Analisis urin

1. Asam Mukonat

Meskipun asam mukonat sebagai metabolit minor benzena, namun konsentrasi t,t-asam mukonat di urin pada akhir kerja (*end shift*) merupakan indikator yang penting pada pajanan benzena yang rendah ($\geq 0,5$ ppm). Kadar asam mukonat pada subjek bukan pekerja berkisar $< 0,01$ sampai dengan 0,3 mg/L. Sedangkan indeks monitoring biologis asam mukonat yaitu 500 $\mu\text{g/g}$ kreatinin. Berdasarkan penelitian, diketahui rata-rata

waktu paruh asam mukonat urin diperkirakan selama 5 jam.

Pada beberapa penelitian memperlihatkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengukuran kadar asam mukonat dalam urin. Kadar lebih tinggi dijumpai pada perokok disbanding yang bukan perokok. Adanya pajanan bersamaan dengan toluena dapat mengurangi produksi asam mukonat dari benzena. Selain itu, adanya subgrup metaboliser t,t-asam mukonat yang kurang atau yang efisien turut mempengaruhi kadar asam mukonat dalam urin. Mungkin perbandingan kadar t,t-asam mukonat dan benzena dalam urin merupakan indeks penting untuk mengetahui kerentanan terhadap toksisitas benzena.

2. S-asam Merkapturat

Konsentrasi asam fenil merkapturat di urin pada akhir *shift* kerja merupakan indikator yang dapat dipercaya terhadap pajanan benzena di bawah 0,3 ppm. Sama seperti asam mukonat, kadar asam fenil merkapturat dalam urin juga terdapat perbedaan antara perokok dan nonperokok. Pada kelompok kontrol nonperokok, kadar asam fenil merkapturat berkisar kurang dari 2 sampai dengan 6 µg/g kreatinin. Sedangkan menurut ACGIH, indeks monitoring biologis asam fenil merkapturat yaitu 25 µg/g kreatinin. Eliminasi waktu paruh di urin rata-rata berkisar antara 9 hingga 13 jam. Pada pajanan rendah, spesifitas asam fenil merkapturat sedikit lebih tinggi daripada asam mukonat dalam urin. Hal ini mungkin juga dikaitkan dengan waktu paruh yang lebih lama dan juga adanya pengaruh asupan asam sorbat yang meningkatkan kadar asam mukonat.

Penanda lainnya seperti hidrokuinon, katekol dan 1,2,4-triheksibenzena kurang baik sebagai biomarker terhadap pajanan benzena.

Sedangkan pengukuran benzena dalam urin merupakan parameter yang baik pada monitoring pajanan benzena yang rendah. Pada penelitian yang lain menyebutkan bahwa benzena yang tidak termetabolisme dalam urin dapat berhubungan dengan pajanan benzena lingkungan di atas 0,25 ppm. Namun demikian pengukuran benzena di urin ini terkendala pada kesulitan secara teknis dalam hal berkurangnya kadar saat penyimpanan sampel dan kontaminasi di lapangan, sehingga membatasi penggunaannya sebagai monitoring

rutin dan belum adanya nilai batas biologis yang jelas.

B. Benzena dalam Udara Ekspirasi

Pengukuran benzena dalam udara ekspirasi, dilakukan untuk mengetahui konsentrasi benzena dalam udara alveolar selama waktu bekerja dan menunjukkan pajanan pada saat pengambilan sampel. Konsentrasi benzena dalam udara ekspirasi ini akan kembali pada nilai dasar setelah 16 jam akhir pajanan benzena. Karena pengukuran ini memerlukan kehati-hatian dalam pengambilan sampel udara yang benar dan perlu secepatnya menganalisis setelah pengumpulan, maka dibatasi penggunaannya pada pengukuran rutin.

C. Analisis dalam Darah

Penentuan kadar benzena dalam darah dapat digunakan untuk menilai pajanan rendah terhadap benzena sebagai metode yang sensitif. Seperti pengukuran benzena dalam urin, metode ini menemui kendala kesulitan teknis (berkurangnya kadar karena benzena menguap dan kontaminasi pada pengambilan sampel). Nilai referensi kadar benzena dalam darah pada populasi umum berkisar dari 100 hingga 450 ng/L dengan kadar yang lebih besar pada perokok daripada bukan perokok. Pengukuran setelah akhir *shift* secara bermakna berkorelasi dengan pajanan dalam lingkungan. Pada percobaan Brugnone dkk (1992) waktu paruh benzena dalam darah diperkirakan 8 jam.

Pengendalian Pajanan Benzena pada Tempat Kerja

Pengendalian teknis

Pengendalian ini merupakan metode terpilih untuk mengurangi pajanan yang berbahaya. Metode yang digunakan seperti ventilasi mekanis (dilusi dan *exhaust* lokal), proses dan personil dengan pajanan benzena berada pada ruangan tertutup/isolasi, pengendalian kondisi proses dan modifikasi proses (substitusi dengan bahan yang kurang berbahaya).

Pengendalian administratif juga diperlukan (kontrol yang ketat, penutupan/isolasi.

penggunaan *exhaust* yang pembuangan udaranya langsung ke luar).⁸

Alat Pelindung Diri (APD)

Jika pengendalian teknis dan standart operasional (SOP) tidak efektif untuk mengendalikan pajanan tersebut, maka diperlukan penggunaan alat pelindung diri (APD). Respirator diperlukan pada beberapa jenis kegiatan produksi, dimana pengendalian teknis tidak dapat diterapkan untuk mengurangi pajanan hingga tingkat yang diperbolehkan. Jika saat menggunakan respirator terjadi kesulitan bernapas, mungkin dapat digunakan respirator dengan tekanan positif, namun demikian diperlukan pelatihan khusus untuk menggunakannya dengan benar.⁸

Baju pelindung (seperti sepatu bot, sarung tangan, pelindung lengan, apron) yang memadai sangat diperlukan untuk melindungi bagian tubuh yang terpajan benzena yang berbentuk cair. Pelindung mata dan muka digunakan untuk melindungi mata dan muka dari percikan benzena cair

Higiene Perseorangan

Penyimpanan pakaian yang telah terkontaminasi harus sesuai prosedur. Simpan pakaian yang terkontaminasi pada kontainer yang tertutup. Beritahu petugas *laundry* mengenai kontaminan berbahaya. Tidak dianjurkan merokok, makan, atau minum di tempat kerja.

Penyimpanan Benzena

Benzena cair sangat mudah terbakar. Benzena harus disimpan dalam kontainer yang tertutup dan rapat dengan suhu yang sejuk, tempat/kamar penyimpanan harus berventilasi baik. Uap benzena dapat membentuk campuran peledak dalam udara. Semua sumber api harus dikontrol. Siapkan alat pemadam kebakaran yang siap pakai, berikan petunjuk lokasi alat pemadam kebakaran dan cara penggunaannya. Larangan merokok pada area penyimpanan benzena. Tanyakan kepada supervisor pada bagian produksi mana benzena digunakan, dan penambahan aturan keselamatan pabrik mengenai benzena.^{1,8}

Tindakan Pertolongan Pertama pada Kegawatdaruratan^{5,8}

Pada pajanan terhadap mata dan muka segera cuci dan alirkan dengan air dalam jumlah yang besar. Jika terjadi iritasi yang menetap dan timbul gangguan penglihatan segera memeriksakan diri ke dokter.

Pada pajanan terhadap kulit, segera lepaskan pakaian yang telah terkontaminasi dan basuh kulit yang terpajan dengan air dan sabun secepatnya. Cuci pakaian yang telah terkontaminasi sebelum digunakan kembali.

Pada pajanan inhalasi, segera bawa pekerja yang terpajan untuk menghirup udara segar. Lakukan napas buatan jika terjadi henti napas. Segera panggil bantuan medis atau dokter secepat mungkin.

Jika benzena sampai tertelan dan pasien masih sadar, jangan dimuntahkan, segera panggil bantuan medis atau dokter.

Kesimpulan

Penggunaan benzena yang berperan sangat luas pada berbagai industri menimbulkan konsekuensi besarnya pajanan yang diterima pekerja. Hal ini dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi kesehatan pekerja jika upaya pengendalian pajanan tidak dilakukan dengan baik.

Salah satu efek yang fatal dan telah terbukti secara epidemiologis melalui penelitian yaitu efek karsinogen. Pajanan benzena dalam kadar yang rendah di tempat kerja dapat dinilai dengan baik oleh t,t-asam mukonat dan S-asam fenil merkapturat dalam urin. Dengan NAB benzena 0,5 ppm, ACGIH merekomendasikan pengukuran t,t-asam mukonat dan asam fenil merkapturat dalam urin dengan indeks monitoring biologis 0,5 mg/g kreatinin, sedangkan untuk asam mukonat yaitu 25µg/g kreatinin.

Diperlukan berbagai pengendalian pajanan agar para pekerja terlindung dari dampak buruk benzena terhadap kesehatan pekerja. Pengendalian tersebut berupa pengukuran pajanan benzena di tempat kerja, pengendalian teknis, administratif maupun penggunaan APD. Selain itu, perlu juga diperhatikan higiene perseorangan serta penggunaan, penanganan, dan penyimpanan yang aman untuk menghindari pajanan yang berlebihan dan risiko terjadinya kecelakaan di tempat kerja.

Daftar Pustaka

1. Gist G L, Burg J R. Benzene- A review of the Literature from Health Effect Perspective diakses pada tanggal 6 November 2007 pada <http://cdfc00.rug.ac.be/healthrisk/Benzene/toxicology.htm>
2. Nachman B, MD, Benzene and Diseases of the blood, Revisited 2006.
3. Levy B S ed, hematology disorder in Occupational health. 4 th ed. Philadelphia ; Lippincott William and Wilkins, 2000. 33:615 -619
4. Hidrocarbon diakses pada tanggal 6 November 2007 pada <http://Wikipedia.com/> Hidrocarbon- Wikipedia, the free encyclopedia.htm
5. Benzena diakses pada tanggal 6 November 2007 pada <http://Wikipedia.com/> Benzene - Wikipedia, the free encyclopedia.htm
6. Cheminfo di akses tanggal 6 November 2007 pada <http://www.ilo.org/public/english/protectio n/safework/cis/products/safetytm/toxic.htm>
7. Benzene Toxicology diakses pada tanggal 4 november 2007 pada pukul 17.00 melalui <http://www.ehponline.org/docs/1996/Suppl-6/yin.html>
8. Parke DV, Personal Reflection on 50 years of Study of Benzene Toxicology, diakses pada tanggal 4 november 2007 pada pukul 17.00 melalui <http://www.pubmedcentral.nih.gov/pagere nder.fcgi?artid=1469731&pageindex=5>
9. Medical surveillance guidelines for Benzene diakses pada tanggal 6 November 2007 pada [http://cdfc00.rug.ac.be/healthrisk/Benzene /literature/Crump,%201996.htm](http://cdfc00.rug.ac.be/healthrisk/Benzene/literature/Crump,%201996.htm)
9. Lu FC, Toksikologi Dasar. Edisi ke-2. Penerbit Universitas Indonesia. 2006;21:372-375.
10. Lauwerys R R, Hoet P. Industrial Chemical Exposure guidelines For Biological Monitoring. 3rd ed. Florida : CRC Pres, 2001 ;3:202-218
11. Lai CS. Fitness to work diakses pada tanggal 9 November 2007 pada <http://www.lni.wa.gov/wisha/Rules/benze ne/HTML/296-849-120.htm>
12. Crump K.S.Risk of benzene-induced leukemia predicted from the Pliofilm cohort. Environ Health Perspect, 1996, 104 (Supp 6):1437-1441.
13. Wong O. Risk of acute myeloid leukaemia and multiple myeloma in workers exposed to benzene", Occup Environ Med, 1995, 52:380-384.
14. Yin, S N Hayes RB, et al. An expanded Cohort Study of Cancer Among Benzene-exposed Worker in China. Am J Ind Med 1996;29:277-235.