

LEUKEMIA SEBAGAI DAMPAK PENGGANTIAN TIMBAL DENGAN HIGH OCTANE MOGAS COMPONENT DALAM BAHAN BAKAR MINYAK DI INDONESIA

ACHMAD NAUFAL AZHARI, EKY PRAMITHA DP, NANDA PRATIWI

Achmad Naufal Azhari adalah seorang mahasiswa dari jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, lahir pada tanggal 7 Maret 1991 di kota Bandung. Ia memulai studinya pada tahun 2008. Beberapa karya ilmiah yang pernah ditulisnya antara lain *Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK sebagai Pupuk Dasar Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Hijau* pada tahun 2002, *Tingkat Pengetahuan Masyarakat Kecamatan Beji, Depok Terhadap Penyakit Kaki Gajah* pada tahun 2008, *Pengaruh Pencemaran Cadmium Dalam Udara Terhadap Peningkatan α -B-Crystallin dan HSP-27 Dalam Sel Epitel Renal Manusia* pada tahun 2010. Untuk berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui alamat email **achmad.naufal@rocketmail.com**

Eky Pramitha DP adalah seorang mahasiswi dari jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, lahir pada tanggal 23 September 1990 di kota Jakarta. Ia memulai studinya pada tahun 2008. Salah satu karya ilmiah yang pernah ditulisnya adalah proposal penelitian tentang *Hubungan Perubahan Lingkungan Fisik (Suhu Udara, Kelembaban Udara, Intensitas Cahaya Matahari, dan Curah Hujan) dan Faktor Kependudukan (Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku) dengan Dinamika Kejadian Malaria di Kabupaten Pandeglang Pada Tahun 2011* pada tahun 2010. Untuk berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui alamat email **pramitha_eky@yahoo.com**

Nanda Pratiwi adalah seorang mahasiswi dari jurusan Kesehatan Lingkungan fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, lahir pada tanggal 14 Februari 1990 di kota Jakarta. Ia memulai studinya pada tahun 2008. Salah satu karya ilmiah yang pernah ditulisnya adalah proposal penelitian bersama-sama dengan Eky Pramitha tentang *Hubungan Perubahan Lingkungan Fisik (Suhu Udara, Kelembaban Udara, Intensitas Cahaya Matahari, dan Curah Hujan) dan Faktor Kependudukan (Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku) dengan Dinamika Kejadian Malaria di Kabupaten Pandeglang Pada Tahun 2011* pada tahun 2010. Untuk berkorespondensi dengan penulis, dapat melalui alamat email **pratiwi_nandha@yahoo.co.id**

**HUBUNGAN PENYAKIT LEUKIMIA DENGAN DAMPAK PENGGANTIAN
TIMBAL DENGAN *HIGH OCTANE MOGAS COMPONENT* DI DALAM
BAHAN BAKAR MINYAK DI INDONESIA**

ACHMAD NAUFAL AZHARI, EKY PRAMITHA DP, NANDA PRATIWI

Abstract

Replacing the position of lead in gasoline, every country tries to develop their own technology. Consequently, there are a lot of alternative substance such as Methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT) which is used in Canada, Ethanol which is used in United States, and Oxygenate blending (MTBE and ETBE). Indonesia as a developing country use a substance which called High Octane Mogas Component (HOMC) to replace lead in the gasoline. This decision was taken because the price of HOMC is cheaper than the other octane booster such as MMT, MTBE, and ETBE. Now, the problem is emergence of benzene as a byproduct in gasoline (with HOMC) combustion process. Many epidemiologic studies have provided of the relationship between exposure of benzene and the risk of leukemia, although the results have been heterogeneous. We tried to knowing the relation between exposure of benzene and leukemia and give some advice to prevent leukemia through environmental perspective.

Keywords : Benzen (*benzene*); HOMC (*HOMC*); leukemia (*leukimia*); peningkatan nilai oktan (*octane booster*).

PENDAHULUAN

High Octane Mogas Component (HOMC) adalah zat yang digunakan untuk menggantikan posisi timbal (Pb) dalam Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk meningkatkan nilai oktan. HOMC yang digunakan dalam bahan BBM akan berubah menjadi *benzene* pada akhir proses pembakaran BBM dalam kendaraan bermotor. *Benzene* yang dihasilkan dari proses tersebut akan mencemari udara dan berpotensi terhirup oleh manusia. Dampak yang akan terlihat pada manusia yang menghirup *benzene* dalam jumlah melebihi ambang batas adalah munculnya berbagai macam jenis kanker. Hasil penelitian yang dilakukan di Eropa, Amerika, dan Meksiko telah menunjukkan adanya hubungan yang nyata antara peningkatan kadar *benzene* di udara dengan peningkatan kasus kanker dan leukemia penduduk setempat (Haryanto, 2006). Dalam penelitian lainnya di Amerika Serikat, telah terbukti bahwa menghirup *benzene* walaupun dalam ambang batas dapat menyebabkan abnormalitas kromosom pada sel sperma (Xing, et al., 2010).

Pada tahun 1975 hingga 2002 telah terjadi kenaikan insiden leukemia tipe *Acute Lymphocytic Leukemia* (ALL) pada anak-anak di Amerika Serikat. Namun, saat ini angka insiden ALL pada anak-anak di Amerika Serikat telah stabil di angka 3-4/100.000 anak yang berusia di bawah lima belas tahun dengan jumlah kasus tertinggi pada anak berusia 2-5 tahun (Greenlee et al., 2000; Margolin et al., 2001). Di kawasan Eropa, pada tahun 2000, insiden leukemia mencapai angka 46,7 kasus/1.000.000 anak/tahun. Hal ini berarti kasus leukemia di Eropa telah mengalami kenaikan sejak

tahun 1970-1999 sebesar 0,7% per tahun (WHO Europe, 2009:1). Untuk kawasan Asia Tenggara, Indonesia masih menempati urutan teratas dengan angka kematian akibat leukemia sebesar 9,6/1000 penduduk jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Malaysia (0,9/1000 penduduk), Singapura (0,1/1000 penduduk), Thailand (2,3/1000 penduduk), Filipina (2,4/1000 penduduk), dan Brunei Darussalam (0/1000 penduduk) pada tahun 2002 (WHO, 2004).

Penggunaan HOMC sebagai bahan aditif pada bahan bakar minyak dilakukan untuk menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan sehingga dapat lebih menyempurnakan proses pembakaran dan menjaga kondisi mesin kendaraan bermotor. BBM tanpa timbal mulai digunakan setelah diketahui bahaya timbal sebagai logam berat bagi kesehatan manusia seperti penyakit jantung koroner dan kardiovaskular (Vaziri, 2008 : 454-465), gangguan saraf, gangguan ginjal, dan reproduksi (Priyanto, 2009 : 94-95).

Sebenarnya, selain HOMC, terdapat zat lain yang dapat digunakan untuk menaikkan angka oktan seperti *Methyl Tert-Butyl Ether* (MTBE), *Tert-Amyl Methyl Ether* (TAME), etanol, metanol, dan *Ethyl Tert-Butyl Ether* (ETBE). Di Benua Eropa, lebih banyak digunakan eter untuk bahan pengganti timbal dalam BBM, sedangkan di Amerika Serikat masih digunakan etanol dalam jumlah sedikit (Vainitalo, 1999 : 133). Indonesia memiliki tiga jenis bahan bakar yang membutuhkan peningkat oktan, yaitu premium (oktan=80), pertamax (oktan=92), dan pertamax plus (oktan = 95). Awalnya, untuk

memenuhi nilai oktan ketiga jenis BBM tersebut, digunakan timbal. Namun, saat ini timbal yang digunakan telah diganti dengan HOMO yang bersifat aromatik dengan pertimbangan segi ekonomi jika dibandingkan dengan *octane booster* lainnya. Hasil akhir pembakaran BBM dengan peningkat oktan HOMO adalah *benzene*. Sebenarnya jika menggunakan katalis pada knalpot kendaraan bermotor, jumlah *benzene* yang dikeluarkan dapat dikurangi (Haryanto, 2010). Namun pada kenyataannya di Indonesia belum semua kendaraan bermotor menggunakan katalis (*catalytic converter*) pada knalpotnya (Haryanto, 2006).

TUJUAN PENULISAN

Tujuan Umum

Mengetahui dampak kesehatan yang timbul akibat penggunaan *High Octane Mogas Component* sebagai alternatif pengganti timbal dalam bahan bakar.

Tujuan Khusus

- Mengetahui jalur paparan masuknya *benzene* ke dalam tubuh.
- Mengetahui proses toksikodinamik *benzene* terhadap tubuh.
- Mengetahui bagian tubuh yang menjadi target organ *benzene*.
- Mengetahui dampak jangka panjang bagi kesehatan yang ditimbulkan oleh *benzene* yang ada di dalam tubuh.

METODE PENULISAN

Penulisan bersifat kualitatif pada dasarnya merupakan suatu metode holistik (menyeluruh), yang memadukan analisis data dengan aspek-aspek terkait lainnya. Setiap permasalahan yang ada

dibahas dan didiskusikan berdasarkan teori-teori yang telah tersedia untuk selanjutnya dianalisis dan dibuat suatu kesimpulan yang relevan dengan pembahasan.

Pengumpulan Data

Dalam penulisan ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan melakukan telaah pustaka. Sumber-sumber data yang digunakan diperoleh dari penelitian terbaru, jurnal ilmiah, data publikasi yang dikeluarkan WHO, serta institusi terkait lainnya. Pengambilan informasi atau data dilakukan dengan cara pengutipan isi jurnal atau penelitian terbaru yang digunakan sebagai bukti pendukung pernyataan penulis dalam artikel ilmiah ini.

Sifat dan Bentuk Laporan

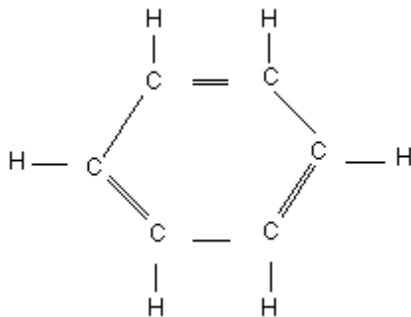
Sifat dan bentuk laporan dalam penulisan ini adalah deskriptif dan analitik. Bersifat deskriptif karena artikel ilmiah ini berusaha menjelaskan dan menggambarkan kejadian penyakit leukemia sebagai dampak penggantian timbale dengan *High Octane Mogas Component*. Sedangkan, bersifat analitik karena artikel ini juga berusaha menjelaskan keterkaitan *benzene* sebagai produk sampingan pembakaran BBM menggunakan *High Octane Mogas Component* dengan kejadian penyakit leukemia serta beberapa solusi tepat untuk mengatasi hal tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Benzene

Benzene adalah senyawa kimia yang berbentuk cair dan stabil pada suhu kamar dan tekanan udara normal.

Memiliki karakteristik yang khas, yaitu memiliki aroma, sehingga disebut juga senyawa aromatik, titik didih yang relatif rendah yaitu $80,1^{\circ}\text{C}$, dan sangat mudah menguap. Hal ini menyebabkan *benzene* sangat cepat menguap pada suhu kamar dan sangat mudah terbakar. *Benzene* sangat sulit untuk larut dalam air namun sangat mudah untuk larut dalam pelarut organik (*organic solvent*). (WHO, 1993). Gambar struktur kimia untuk *benzene* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1

Struktur Kimia Benzene

International Agency for Research on Cancer (IARC) mengelompokkan *benzene* ke dalam zat yang bersifat karsinogen bagi manusia (Richardson, 2008). Dalam penelitian lainnya, telah terbukti bahwa *benzene* juga memiliki efek buruk bagi kromosom manusia, bahkan dapat menjadi faktor risiko kejadian sindrom klinefelter dan sindrom turner yang memiliki kelainan kromosom X-X-X dan X-Y-Y (Hall, 2006 dalam Xing et al., 2010).

Benzene adalah bahan yang sangat penting bagi berbagai jenis industri seperti industri kimia, karet, dan bahan bakar. Namun *benzene* juga dapat ditemukan pada bahan-bahan pencemar udara seperti asap hasil pembakaran hutan dan asap rokok (Rappaport, 2009 : 946). Sejak

pertengahan abad 19, *benzene* telah populer digunakan pada industri karet sebagai pelarut organik (*organic solvent*). Kemampuannya untuk melarutkan zat-zat tidak larut dalam air sangat menarik pihak produsen sehingga membawa konsekuensi logis meningkatnya kadar *benzene* di udara. Saat ini penggunaan *benzene* diperkirakan mencapai sebelas juta galon setiap tahunnya (Hodgson, 2004 : 47).

Jalur Paparan Benzene ke Dalam Tubuh Manusia

Benzene di lingkungan dapat ditemukan di berbagai tempat, baik itu langsung ditemukan sebagai pencemar udara maupun berupa pencemar pada media lain seperti tanah. *Benzene* dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui proses inhalasi. Umumnya, *benzene* yang masuk ke dalam tubuh berasal dari industri dan hasil buangan bahan bakar. Bentuk *benzene* seperti ini adalah uap yang langsung menyatu dengan udara. Namun, terdapat juga *benzene* yang menyatu dengan tanah. Bentuk menyatu dengan tanah seperti ini harus mengalami penguapan terlebih dahulu ke udara, yang kemudian terhirup oleh manusia dan masuk ke dalam tubuh.

Sebagian besar *benzene* yang masuk ke dalam tubuh manusia berasal dari hasil pembakaran BBM. Jumlah *benzene* yang dihasilkan dalam proses pembakaran BBM yang mengandung senyawa aromatik seperti HOMO mencapai 4 gram/liter. Di seluruh dunia, jumlah *benzene* yang dihasilkan dari proses pembakaran BBM sangatlah banyak, yaitu mencapai 14,8 juta ton. Jumlah ini akan terus meningkat karena adanya kegiatan perindustrian lain yang

menggunakan *benzene* sebagai pelarut organik, seperti industri pembuatan toluena, industri bahan bakar, dan industri lain yang menghasilkan zat bersifat aromatik. Penggunaan pengharum ruangan dan *parfume* juga ikut menambah konsentrasi *benzene* di udara bebas (WHO, 1993).

Dampak Bagi Kesehatan

Pajanan *benzene* yang melebihi ambang batas secara terus menerus dapat mempengaruhi jaringan darah, khususnya pada bagian sum-sum tulang. Akibatnya, akan terjadi gangguan lebih lanjut pada proses pembentukan sel darah merah, sel darah putih, keping darah, atau kombinasi antara ketiganya. Umumnya, akan terjadi pengurangan jumlah sel darah, namun pada beberapa kasus juga ditemui kerusakan permanen sum-sum tulang yang dapat mengakibatkan anemia aplastik dan leukemia (Hodgson, 2004 : 47).

Dampak kesehatan utama yang disebabkan oleh *benzene* adalah kanker, dikarenakan *benzene* adalah zat yang bersifat karsinogen bagi manusia. Lebih lanjut, kanker yang paling sering diderita akibat pajanan *benzene* adalah kanker darah (leukemia). Kasus kerusakan jaringan darah yang disebabkan oleh pajanan *benzene* telah dilaporkan sejak tahun 1897 (Santesson, 1897 dalam Rappaport, 2009). Sedangkan, bukti pertama yang menunjukkan bahwa *benzene* adalah penyebab leukemia ditemukan pada tahun 1928 (Delore dan Borgomano, 1928 dalam Rappaport, 2009). Kasus leukemia yang diakibatkan oleh pajanan *benzene* terus mengalami peningkatan hingga tahun 2009. Jumlah kasus yang dilaporkan dalam publikasi

ilmiah telah mencapai lebih dari 2700 kasus hingga tahun 2009 (Rappaport, 2009 : 946).

Leukemia sendiri adalah salah satu jenis kanker darah dan sum-sum tulang. Leukemia dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu:

a. *Acute lymphocytic leukemia*

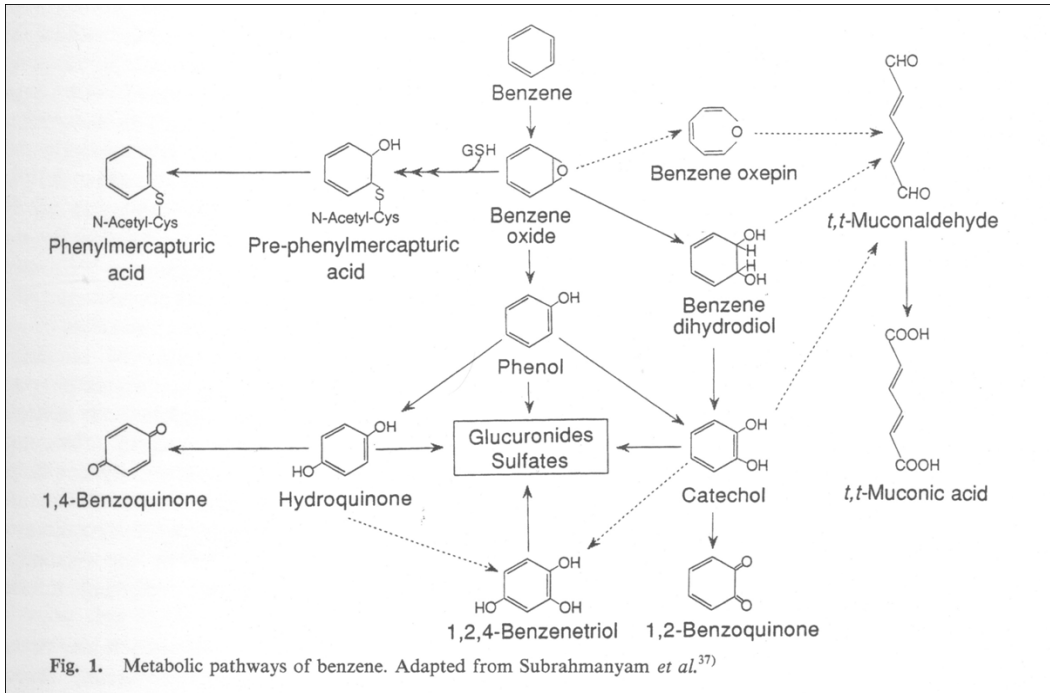
Merupakan jenis leukemia yang banyak diderita oleh anak-anak dengan persentase sebesar 80% dan kebanyakan dari mereka berusia 3-7 tahun. ALL adalah jenis kanker yang dapat berkembang dengan pesat di dalam tubuh, dimana tubuh penderita akan menghasilkan sel darah putih (limfosit) yang belum matang dalam jumlah yang banyak, sehingga limfosit tersebut tidak dapat berfungsi secara normal untuk melawan zat-zat asing yang masuk ke dalam tubuh.

b. *Acute myeloid leukemia*

Merupakan salah satu jenis leukemia yang biasa diderita oleh orang dewasa dan kebanyakan dari mereka berusia sekitar 65 tahun. Penderita jenis leukemia ini mempunyai sel darah abnormal di dalam sum-sum tulangnya, sehingga penderita akan mudah terserang penyakit dan rentan terhadap risiko pendarahan.

c. *Chronic lymphocytic leukemia*

Merupakan suatu jenis leukemia yang umumnya diderita oleh orang dewasa. Rata-rata usia penderita leukemia jenis ini adalah 70 tahun. CLL adalah jenis kanker yang berkembang lambat di dalam tubuh, dimana tubuh penderita akan menghasilkan sel darah putih



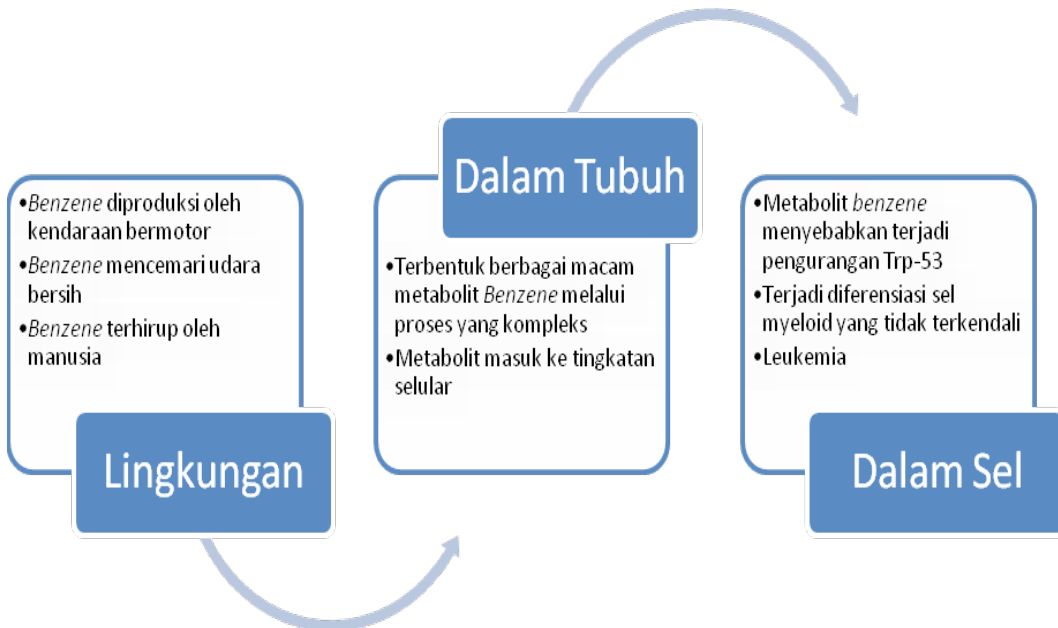
Gambar 4.2

Metabolit Benzene di Dalam Tubuh Manusia

Metabolit *benzene* yang terbentuk di dalam tubuh kemudian akan menyebabkan gangguan toksisitas jaringan darah. Kemudian, akan terjadi peningkatan proliferasi sel BM dalam rangka mencegah perkembangan gangguan toksisitas jaringan darah. Bersamaan dengan terjadinya peningkatan proliferasi sel BM, maka akan aktif sistem perbaikan DNA pada tubuh. Namun, ketika sistem perbaikan DNA aktif maka dampak stres oksidatif yang diakibatkan oleh *benzene* dapat mengakibatkan terjadinya perubahan neoplastik (Kawasaki *et al.*, 2009).

Hubungan antara keterpaparan *benzene* dengan kejadian leukemia dapat terlihat dengan memperhatikan aktifitas gen Trp-53. *Tumor Suppressor P53* adalah gen yang bertindak sebagai penunjuk (biomarker) bagi berbagai

jenis tumor (sanger.ac.uk., 2010). Pada beberapa penelitian, terbukti bahwa perubahan kadar Trp-53 akibat adanya metabolit *benzene* berhubungan dengan kejadian leukemia (Kawasaki *et al.*, 2009). Pada percobaan dengan menggunakan tikus diketahui bahwa penurunan kadar Trp-53 merupakan tanda awal terjadinya neoplasma pada jaringan darah (*Hematopoietic Neoplasm*). Kesalahan yang terjadi pada Trp-53 mengakibatkan terjadinya kesalahan ekspresi gen, sehingga sel myeloid akan mengalami proses diferensiasi yang tidak terkendali. Proses diferensiasi inilah yang akhirnya mengakibatkan terjadinya leukemia. Jika digambarkan dalam suatu diagram alir, maka kejadian leukemia akibat paparan *benzene* sebagai produk sampingan pembakaran BBM menggunakan HOMO adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3

Proses Terjadinya Leukemia Akibat Keterpaparan Benzene pada Manusia

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil studi kami menunjukkan bahwa BBM dengan HOMO sebagai peningkat angka oktan dapat menghasilkan *benzene* yang akan mencemari udara. Udara yang tercemar *benzene* akan ikut masuk ke dalam tubuh manusia bersamaan dengan proses bernafas. *Benzene* dan metabolitnya yang masuk ke dalam tubuh bisa menyebabkan munculnya berbagai macam dampak buruk bagi kesehatan. Dampak buruk bagi kesehatan yang paling sering dijumpai dan berbahaya akibat adanya pajanan *benzene* pada tubuh adalah leukemia.

Saran

Untuk mengurangi dampak buruk bagi kesehatan akibat pencemaran

benzene yang berasal dari proses pembakaran BBM beberapa saran yang kami berikan adalah :

- Melakukan monitoring *benzene* dalam udara secara teratur. Hal ini sangat perlu dilaksanakan karena Nilai Ambang Batas (NAB) dari *benzene* di udara yang ditetapkan oleh *Environmental Protection Agency* sangat kecil, yaitu 1 ppm. Ketika telah melebihi angka NAB, maka akan meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan bagi manusia
- Memperbaiki sistem pemeriksaan kualitas emisi kendaraan bermotor. Saat ini, uji emisi yang dilakukan pada kendaraan bermotor lebih fokus pada kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Sehingga zat lain seperti *benzene*

dalam emisi kendaraan bermotor sering terlupakan.

- c. Menggunakan *catalytic converter* pada kendaraan bermotor sehingga dapat mengurangi *benzene* yang dikeluarkan. *Catalytic converter* telah digunakan pada mobil di negara-negara maju sehingga dapat menjernihkan gas buangan hingga 95%. Jakarta merupakan wilayah di Indonesia yang melakukan uji coba bensin tanpa timbal (menggunakan HOMC). Oleh karena itu, sebagian besar mobil di Jakarta telah menggunakan *catalytic converter*. Penggunaan *catalytic converter* bersamaan dengan bensin yang mengandung timbal dapat merusak kendaraan bermotor. Oleh karena itu, ketika bensin tanpa timbal sedang dalam tahap uji coba, belum semua kendaraan menggunakan *catalytic converter*. Saat ini ketika bensin di seluruh Indonesia menggunakan HOMC sebagai pengganti timbal maka penggunaan *catalytic converter* sangat kami sarankan.

DAFTAR ACUAN

- Belson, Martini et al. 2007. Risk Factors for Acute Leukemia in Children: A Review, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 115 No. 1, hlmn. 138-145.
- Chakraborty, Romy., Coates, John D. 2005. Hydroxylation and Carboxylation-Two Crucial Steps of Anaerobic Benzene Degradation by Dechloromonas Strain RCB, *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 71 No. 9, hlmn. 5427-5432.
- Environmental Protection Agency. 2009. *Draft Regulatory Impact Analysis: Changes to Renewable Fuel Standard Program*. US : Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency.
- Haryanto, Budi. 2006. *Budi Haryanto on Media*. Depok : Department of Environmental Health Faculty of Public Health University of Indonesia.
- Hodgson, Ernest. 2004. *A Textbook of Modern Toxicology Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Khalade et al. 2010. Exposure to benzene at work and the risk of leukemia: a systematic review and meta-analysis, *Environmental Health Journal*, Vol. 9 No. 31, page 1-8.
- Lin, Yu-Sheng et al. 2007. Albumin Adducts of Electrophilic Benzene Metabolites in Benzene-Exposed and Control Workers, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 115 No. 1, page 28-34.
- Rappaport, Stephen M. 2009. Evidence That Humans Metabolize Benzene via Two Pathways, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 117 No. 6, hlmn. 946-952.
- Richardson, David B. 2008. Temporal Variation in the Association between Benzene and Leukemia Mortality, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 116 No. 3, hlmn. 370-374.
- Slama, Remy et al. 2009. Maternal Personal Exposure to Airborne Benzene and Intrauterine Growth, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 117 No. 8, hlmn. 1313-1321.
- Vainiotalo, Sinikka et al. 1999. Customer Exposure to MTBE, TAME, C6 Alkyl Methyl Ethers, and Benzene during Gasoline Refueling, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 107 No. 2, hlmn. 133-140.
- Xing, Caihong et al. (2010). Benzene Exposure Near the U.S. Permissible Limit Is Associated with Sperm Aneuploidy, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 118 No. 6, hlmn. 833-839.

- Wawancara dengan Dr. R. Budi Haryanto SKM., M.Kes., M.Sc. (50 tahun), Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, Depok, 16 Juli 2010.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. "Benzene". <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts3.pdf>
- C, David. "Acute Myeloid Leukemia". Medline Plus. Available at <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000542.htm>
- C, David. "Chronic Lymphocytic Leukemia". Medline Plus <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000532.htm>
- C, David. 2010. "Chronic Myelogenous Leukemia". Medline Plus. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000570.htm>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2010). "Hematologic (Blood) Cancer". <http://www.cdc.gov/cancer/hematologic/leukemia/>
- Mathers CD. *Uncertainty and data availability for the global burden of disease estimates 2000-2002*. Evidence and Information for Policy Working Paper. Geneva, World Health Organization. <http://www.who.int/evidence/bod>
- Mathers CD, Bernard C, Iburg K, Inoue M, Ma Fat D, Shibuya K, Stein C, Tomijima, N. *The Global Burden of Disease in 2002: Data Sources, Methods, and Results*. Geneva, World Health Organization (GPE Discussion Paper No. 54). <http://www.who.int/evidence>
- National Institute for Occupational Safety and Health. 2008. "Multi-Site Leukemia Studi". <http://www.cdc.gov/niosh>
- Zieve, David. "Leukemia". Medline Plus. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/001299.htm>
- Zieve, David. 2010. "Acute Lymphocytic Leukemia". Medline Plus. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/000541.htm>