

KADAR BENZENE DI UDARA, KADAR ASAM TRANS,TRANS-MUCONIC DALAM URINE DAN GANGGUAN KESEHATAN PEKERJA SPBU X DI JAKARTA SELATAN

Air Benzene's Concentration, Urine Trans,Trans-Muconic Acid's Concentration and Health Disturbance of X's Fuel Station Employee in South Jakarta

Diva Madya Resdwivani

Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga
dresdwivani@gmail.com

Abstrak: Benzene adalah suatu senyawa aromatik mudah menguap yang terdapat pada bahan bakar minyak. Benzene yang berada di udara dapat mempengaruhi kesehatan manusia apabila terhirup oleh manusia karena benzene dapat dimetabolisme di dalam tubuh. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kadar benzene di udara SPBU X di Jakarta Selatan, kadar asam trans,trans-muconic dalam urine dan gangguan kesehatan pekerja SPBU tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan rancangan *cross sectional study*. Sampel penelitian menggunakan total populasi berjumlah 8 responden sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Kadar benzene di udara SPBU X diukur pada 3 titik (2 titik pada area pengisian dan 1 titik ruang administrasi) pada 2 waktu yang berbeda (pagi dan sore hari). Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa kadar benzene di udara yaitu 0,025–0,233 ppm dan tidak ada yang melebihi nilai ambang batas (di bawah 0,5 ppm) baik di area pengisian maupun ruang administrasi. Didapati 3 orang dari 8 orang responden memiliki kadar asam trans,trans-muconic yang melebihi 500 µg/g creatinin. Gangguan kesehatan terbanyak yang dialami oleh responden adalah gangguan sistem saraf (62%) dan gangguan ginjal (50%). Gangguan kesehatan yang dialami responden dengan kadar asam trans,trans muconic tinggi adalah gangguan sistem saraf (100%). Oleh karena itu, pekerja sebaiknya menggunakan alat pelindung diri berupa masker khusus gas dan perusahaan sebaiknya melakukan rotasi pekerja.

Kata kunci: Kadar benzene di udara, kadar asam trans,trans-muconic, gangguan kesehatan, pekerja SPBU

Abstract: Benzene is an aromatic compound which is easy to evaporate that is found in fuel oil. Benzene in the air can affect to human's health if inhaled because benzene can be metabolized in the body. The aim of this research was analyze benzene's concentration in air on X's fuel station in South Jakarta, urine trans,trans-muconic acid's concentration, and health disturbance of fuel station's employee. This research was a descriptive with cross-sectional study. There were 8 respondents in this research with defined criteria. X's fuel station air benzene's concentration be measured in 3 points (2 points in filling area and 1 point in office area) on 2 different times (in the morning and in the afternoon). The result of this research, X's fuel station air benzene's concentration were 0,025–0,233 ppm and there was no air benzene's concentration more than the threshold values (0,5 ppm) in filling area or administration area. There were 3 of 8 respondents had trans,trans-muconic acid's levels that is more than 500 µg/g creatinin. Health disturbance that experienced by workers were nervous system disorders (62%) and kidney disturbance (50%). Therefore, workers should use PPE such as respirator mask and company should do rotation for workers.

Keywords: Air benzene's concentration, urine trans, trans-muconic acid's concentration, health disturbance, fuel station employee

PENDAHULUAN

Dalam menjalankan kehidupan manusia tidak terlepas dari teknologi yang berkembang pesat, salah satunya adalah alat transportasi. Alat transportasi adalah sebuah alat yang memiliki komponen utama sebuah mesin yang memerlukan bahan bakar untuk menjalankannya. Bahan tersebut biasa disebut dengan bahan bakar minyak (BBM). Jenis bahan bakar minyak yang digunakan di Indonesia pada kendaraan beragam, seperti bensin dan solar.

Pada bahan bakar minyak terdapat berbagai macam zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Bahan berbahaya yang terdapat dalam kandungan minyak antara lain benzene, toluene, xylene, ethylene, dan lain sebagainya. Dari bahan kimia tersebut yang berdampak serius bagi kesehatan manusia adalah benzene. Benzene adalah cairan tidak berwarna dengan bau manis. Benzene menguap ke udara sangat cepat, larut sedikit dalam air tetapi mudah larut dalam lemak, dan mudah terbakar. Benzene dapat ditemukan di udara, air, dan tanah (ATSDR, 2007).

Paparan benzene tertinggi dapat ditemui di industri perminyakan. Aktivitas yang terjadi di industri perminyakan tersebut antara lain proses memproduksi minyak hingga proses penggunaan bahan bakar minyak pada pengguna atau konsumen (WHO, 2010).

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) adalah prasarana umum yang disediakan oleh PT. Pertamina untuk masyarakat luas dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar. Jenis bahan bakar minyak yang diproduksi oleh Pertamina antara lain adalah premium, bio solar, pertamax, dan pertamax plus (PT. Pertamina, 2012).

Bahan bakar minyak yang sifatnya mudah menguap menjadi salah satu penyebab tingginya kadar benzene di udara. Penguapan yang terjadi pada bahan bakar tentunya dapat terinhalasi oleh siapapun tanpa terkecuali. Pekerja SPBU memiliki risiko tinggi disebabkan oleh frekuensi paparan dan durasi yang cukup tinggi. Estimasi paparan benzene di area SPBU adalah 0,12 ppm (ATSDR, 2007).

The National Institute for Occupational and Health pada tahun 2005 menetapkan batas paparan yang langsung berbahaya untuk kehidupan atau *Immediately Dangerous to Life or Health* (IDLH) sebesar 500 ppm (NIOSH, 2005). Menurut *Occupational Safety and Health Administration* (2011) mengungkapkan bahwa batas ambang paparan benzene yang diperbolehkan sebesar 1 ppm pada paparan 8 jam kerja dan 5 ppm pada paparan dengan jangka waktu pendek yaitu kurang dari 15 menit (OSHA, 2011).

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja menyatakan bahwa nilai ambang batas untuk benzene di udara adalah 0,5 ppm (Permenakertrans, 2011).

Respon tubuh terhadap suatu bahan bersifat toksik tergantung pada sifat fisik dan bahan kimia, situasi paparan, kerentanan sistem biologis, dan cara atau jalan masuk serta durasi dan frekuensi paparan sehingga pada keadaan tertentu paparan dapat berdampak buruk bagi kesehatan hingga menyebabkan kematian (Mukono, 2008).

Jalur masuk benzene ke dalam tubuh manusia melalui tiga jalur, yaitu pernapasan, pencernaan, dan kulit. Jika individu terpapar benzene di udara dalam konsentrasi tinggi, sebagian kadar benzene yang terabsorpsi akan

masuk ke dalam paru dan kemudian dialirkan melalui pembuluh darah. Setelah dialirkan melalui pembuluh darah, benzene akan disimpan dalam sumsum tulang dan dalam jaringan lemak. Benzene dikonversi menjadi metabolit oleh hati dan sumsum tulang. Zat metabolit yang keluar dari tubuh manusia dalam bentuk urine yang keluar setelah 48 jam terpapar benzene (ATSDR, 2007).

Benzene dimetabolisme dalam tubuh melalui beberapa tahapan. Absorpsi benzene dalam tubuh dapat melalui inhalasi atau saluran pernapasan sekitar 70%–80% akan terabsorpsi pada 5 menit pertama dan 20%–60% pada satu jam berikutnya, melalui oral 98% benzene akan terabsorpsi dalam tubuh, dan melalui kulit dengan absorpsi 80% ke dalam tubuh (ATSDR, 2007).

Pada jalur inhalasi uap benzene akan diabsorpsi oleh paru yang jumlahnya sekitar 40%–50% dari keseluruhan jumlah benzene yang masuk ke dalam tubuh. Benzene mudah diabsorpsi melalui pernapasan, ketahanan paru dalam mengabsorpsi benzene mencapai sekitar 50% untuk beberapa jam pada paparan antara 2–100 cm³/m³ (ATSDR, 2007).

Diperkirakan sesudah terpapar benzene di tempat kerja pada tingkat 100 cm³/m³, sejumlah 13,2% fenol; 10,2% quinol; 1,9% t,t-muconic acid; 1,6% katekol; dan 0,5% 1,2,4-benzenetriol dari jumlah yang diabsorpsi akan diekskresikan melalui urine sesudah jam kerja. Proporsi benzene yang diabsorpsi kemudian diekskresikan melalui ekshalasi adalah 8%–17% (ATSDR, 2007).

American of Governmental Industrial Hygiants (ACGIH) telah menetapkan 25 µg *phenylmercapturic acid*/g kreatinin dalam urine dan 500 µg *trans,trans-muconic acid* g/kreatinin sebagai *Biological Exposure Indices* (BEIs) untuk paparan benzene di tempat kerja (ACGIH, 2006). Asam muconic dalam urine berkorelasi terbaik dengan konsentrasi benzene di lingkungan. Tingkat biomarker *hidroquinon* dalam urine yang paling akurat dari paparan untuk metabolit fenolik benzene, selanjutnya diikuti oleh fenol dan katekol (Ong dkk, 1995 dalam ATSDR, 2007).

Paparan akut dari benzene menyebabkan iritasi, telinga berdengung, mual, muntah, kesulitan bernapas, denyut jantung tidak normal, sakit kepala, lemah, mabuk, disorientasi, gangguan penglihatan, bendungan paru, gangguan darah, kelumpuhan, kejang hingga koma.

Paparan kronis benzene menyebabkan hilangnya pendengaran, kerusakan hati, kerusakan ginjal, kerusakan saraf, gangguan reproduktif, dan kanker (SIKer Nasional, 2011). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kadar benzene di udara SPBU X Jakarta Selatan, kadar asam trans,trans-muconic dalam urine dan gangguan kesehatan pekerja SPBU tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan yang bersifat observasional karena pengukuran dan pengamatan dilakukan di lokasi penelitian tanpa memberikan perlakuan pada objek penelitian. Penelitian ini termasuk ke dalam metode *cross sectional study* karena pengumpulan data dan efek dari subjek penelitian sekaligus pada waktu yang bersamaan.

Data penelitian ini adalah kadar asam trans,trans-muconic dalam urine, kadar benzene di udara, jam kerja, hari kerja, lama kerja, dan gangguan kesehatan pekerja. Lokasi penelitian adalah salah satu SPBU yang terletak di Jakarta Selatan.

Penelitian ini menggunakan populasi seluruh tenaga kerja pada SPBU X di Jakarta Selatan. Responden penelitian pekerja yang sesuai kriteria inklusi yang telah ditetapkan, yaitu berjenis kelamin laki-laki, lama kerja pada SPBU tersebut minimal 1 tahun, jam kerja pada SPBU minimal 8 jam dalam sehari, serta bersedia menjadi subjek penelitian. Terdapat 8 orang pekerja yang memenuhi kriteria inklusi.

Terdapat 2 kelompok pekerja sesuai dengan area kerjanya, yaitu 4 orang yang bekerja di ruang administrasi dan 4 orang yang bekerja di area pengisian BBM. Kelompok studi penelitian adalah operator yang bekerja pada area pengisian sedangkan untuk kelompok pembanding adalah pekerja yang bekerja pada ruang administrasi.

Data diperoleh melalui observasi ke SPBU yang dijadikan lokasi penelitian, wawancara dengan menggunakan kuesioner serta mengambil sampel secara langsung, baik sampel lingkungan yaitu kadar benzene di udara di area pengisian maupun urine pada pekerja SPBU X Jakarta Selatan.

Responden telah membaca dan menandatangani lembar persetujuan untuk bersedia dilakukan wawancara dan diambil urinenya sebagai sampel. Responden diwawancarai dengan menggunakan kuesioner untuk mengetahui gangguan kesehatan apa yang pernah dialami selama menjadi pekerja di SPBU tersebut.

Setelah wawancara berakhir, responden diberikan botol tampung urine steril dengan ukuran 50 ml untuk diisi dengan urine setelah responden tersebut selesai bekerja pada hari itu, yaitu setelah 8 jam bekerja. Urine yang telah terkumpul dimasukkan ke dalam *ice box* untuk selanjutnya diproses di Laboratorium Hyperkes dan K3 Disnakertrans DKI Jakarta. Untuk sampel lingkungan yaitu pengukuran kadar benzene di udara menggunakan metode NIOSH 1501–2003 yang datanya diolah di Laboratorium Hyperkes dan K3 Disnakertrans DKI Jakarta.

Teknik pengolahan data yaitu data primer yang telah didapatkan sebelum diolah dilakukan proses editing terlebih dahulu untuk melihat kelengkapan data. Setelah mengetahui bahwa data tersebut lengkap, maka diolah dengan merekap hasilnya menggunakan komputer dan setelahnya dijelaskan secara deskriptif untuk menganalisis gangguan kesehatan yang berpengaruh dengan kadar asam trans,trans-muconic dan kadar benzene di udara pada SPBU X. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari komisi etik di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum SPBU

Stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) tersebar rata di seluruh bagian di DKI Jakarta yang diantaranya berada di Jakarta Selatan yaitu SPBU X. Bahan bakar yang disediakan di SPBU X adalah premium, pertamax, pertamax plus, bio solar, dan dex.

SPBU X memiliki 4 orang karyawan administrasi yang bekerja di ruang administrasi dan 19 orang karyawan operator mesin pompa. Pada SPBU X terdapat 7 mesin pompa dengan penjualan setiap harinya untuk produk premium sebanyak 24 ribu liter dan pertamax sebanyak 9 liter.

SPBU X terletak di pinggir jalan raya utama dekat pintu gerbang tol sehingga lebih banyak mobil daripada motor yang melakukan pengisian bahan bakar minyak pada SPBU tersebut. Kondisi SPBU X ramai pada jam tertentu. Melalui pengamatan yang dilakukan, SPBU X ramai pada siang hari dan sore hari yang didominasi oleh kendaraan roda empat.

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang diteliti adalah jam kerja, hari kerja, dan lama kerja pada SPBU X Jakarta Selatan. Semua responden bekerja selama 8 jam setiap hari dengan hari kerja selama 6 hari dalam satu minggu, di dua area kerja yaitu area pengisian dan ruang administrasi. Pada SPBU X total responden adalah 8 orang dengan rincian berdasarkan lama kerja 2–3 tahun terdapat 3 orang pekerja (37,5%), 4–5 tahun terdapat 3 orang pekerja (37,5%), dan ≥ 6 tahun terdapat 2 orang pekerja (25%).

Kadar Benzene di Udara

Hasil pengukuran benzene di udara dalam rentang 0,025–0,233 ppm. Hasil pengukuran terendah merupakan kadar benzene yang terukur di area pengisian premium pada waktu pagi hari. Sedangkan hasil tertinggi terukur di area pengisian pertamax pada waktu sore hari. Kadar benzene tersebut masih di bawah nilai ambang batas (NAB) faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja menurut Permenakertrans No.13/MEN/X/2011 untuk benzene di udara adalah 0,5 ppm. Pada SPBU X terdapat responden yang bekerja melebihi waktu kerja yang telah ditetapkan sesuai peraturan. Hal ini dapat meningkatkan faktor risiko terjadinya penyakit akibat kerja maupun kecelakaan kerja (Resdwivani, 2015).

Benzene yang masuk ke dalam tubuh dan dimetabolisme tentunya akan menimbulkan efek pada kesehatan yang dapat mengganggu manusia. Metabolit benzene berupa fenol, katekol, dan hidroquinon terdeteksi dalam darah setelah 6 jam paparan benzene. Benzene didistribusikan ke ginjal, tenggorokan, hati, otak, dan ke beberapa jaringan tubuh. Metabolit berupa fenil sulfat, hidroquinon, dan muconic acid ditemukan paling banyak pada darah, jaringan tulang, jaringan mulut, ginjal, dan hati (ATSDR, 2007).

Kadar Asam trans,trans-muconic Urine

Dari hasil pemeriksaan kadar asam trans,trans-muconic dalam urine diketahui 3 orang responden (37,5%) yang memiliki kadar asam trans,trans-muconic tinggi, sedangkan 5 orang responden (62,5%) memiliki kadar asam trans,trans-muconic normal. Responden dengan kadar asam trans,trans-muconic tinggi dari SPBU X berasal dari responden terpapar yang bekerja sebagai operator pengisian bahan bakar minyak.

Metabolisme oksidasi benzene berupa reaksi dengan glutathion (GSH) dari asam s-fenilmerkepturik dan katalis besi yang dikonversi menjadi asam trans,trans muconic melalui reaksi asam trans-trans muconaldehid sehingga paparan benzene dapat dideteksi melalui asam trans,trans muconic (Nebert *et al*, 2002 dalam ATSDR 2007).

Gangguan Kesehatan Pekerja

Lingkungan kerja dapat berisiko mempengaruhi pekerja, baik dari segi kesehatan maupun keselamatan. Semakin lama pekerja berada pada lingkungan kerja atau tempat kerja yang tidak sehat dan tidak aman, semakin tinggi risiko terhadap kesehatan dan keselamatan yang akan didapatkan oleh pekerja. Gangguan kesehatan yang dialami oleh pekerja tidak terlepas dari paparan yang didapatkan oleh pekerja. Benzene yang dapat terinhalasi dengan cepat dan masuk ke dalam saluran pernapasan, tentunya akan mempengaruhi kesehatan pekerja pada lingkungan kerja yang memiliki kadar benzene, salah satunya adalah SPBU.

Gangguan kesehatan yang dapat dialami oleh pekerja akibat paparan benzene sangat beragam. Pada penelitian ini dibagi ke dalam empat kelompok gangguan kesehatan, yaitu gangguan pencernaan, gangguan sistem saraf, gangguan hematologis, dan gangguan ginjal. Pada kelompok studi gangguan kesehatan yang dialami oleh responden yaitu gangguan sistem saraf (100%) dan gangguan ginjal (75%). sebagian besar tidak mengalami gangguan kesehatan, baik itu gangguan pencernaan, gangguan sistem saraf, gangguan ginjal, gangguan hematologis, dan gangguan ginjal.

Gangguan sistem saraf yang sering terjadi pada responden kelompok studi adalah nyeri pada kaki, nyeri pada tangan, nyeri pada pundak, pusing, dan kesulitan untuk tidur.

Gangguan ginjal yang sering terjadi pada responden kelompok studi adalah mengalami sering kencing dengan frekuensi ≥ 5 kali setiap harinya. Sedangkan gangguan kesehatan yang terjadi pada kelompok pembanding cenderung mengarah kepada gangguan pencernaan dengan penurunan nafsu makan dan nyeri pada perut, gangguan sistem saraf dengan nyeri pada pundak, pusing, nyeri pada bagian kepala, dan kesulitan untuk tidur, dan gangguan ginjal dengan mengalami sering kencing dengan frekuensi ≥ 5 kali setiap harinya. Menurut Midzenki dkk (1992) dalam ATSDR (2007), setelah inhalasi paparan benzene pada manusia, ditunjukkan adanya gejala terhadap efek sistem saraf pusat. Gejala yang dapat terjadi pada tingkat konsentrasi 300–3000 ppm adalah mengantuk, pusing, sakit kepala, vertigo, tremor, delirium, dan kehilangan kesadaran.

Hubungan Kadar Asam Trans,Trans-Muconic dan Masa Kerja

Masa kerja responden bervariasi yaitu 2 sampai dengan lebih dari 6 tahun. Responden dengan lama kerja 2–3 tahun memiliki kadar asam trans,trans-muconic yang tinggi terdapat 2 orang responden (67%). Sedangkan untuk responden pekerja dengan lama kerja 4–5 tahun yang memiliki kadar asam trans,trans-muconic tinggi terdapat 1 orang (33%).

Hubungan Kadar Asam trans, trans-Muconic dengan Gangguan Kesehatan

Pada gangguan pencernaan, responden yang memiliki kadar asam trans,trans-muconic tinggi dan mengalami gangguan pencernaan terdapat 2 orang (67%) sedangkan responden dengan kadar asam trans,trans-muconic acid normal dengan gangguan pencernaan terdapat 1 orang (20%).

Pada gangguan sistem saraf, responden yang memiliki kadar asam trans,trans-muconic acid tinggi dengan gangguan sistem saraf terdapat 3 orang (100%) dan yang mengalami gangguan sistem saraf tetapi memiliki kadar asam trans,trans-muconic normal 2 orang (40%). Sedangkan pada gangguan hematologis responden dengan kadar asam trans,trans-muconic yang mengalami gangguan hematologis terdapat 2 orang pekerja (67%) dan responden pekerja yang mengalami gangguan hematologis dengan kadar asam trans,trans-muconic terdapat 1 orang pekerja (20%).

Gangguan ginjal diketahui responden yang mengalami gangguan ginjal dan memiliki kadar asam trans,trans-muconic tinggi terdapat 2 orang (67%) dan responden dengan kadar asam trans,trans-muconic normal yang mengalami gangguan ginjal terdapat 2 orang (40%).

KESIMPULAN DAN SARAN

Diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain: kadar benzene di udara pada SPBU X Jakarta Selatan tidak ada yang melebihi nilai ambang batas (NAB) sesuai dengan ketentuan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi pada Permenakertrans nomor PER13/MEN/X/2011; terdapat pekerja SPBU dengan kadar asam trans,trans-muconic tinggi menurut *Biological Exposure Indices* (BEIs) yaitu $\geq 500 \mu\text{g/g}$ creatinin; gangguan kesehatan yang dialami seluruh pekerja di SPBU X Jakarta Selatan adalah gangguan sistem saraf (62%) dan gangguan ginjal (50%); gangguan kesehatan yang terjadi pada responden yang memiliki kadar asam trans,trans-muconic tinggi adalah gangguan sistem saraf (100%).

Saran yang dapat dilakukan untuk SPBU X Jakarta Selatan dan pekerja SPBU X yaitu sebaiknya SPBU menyediakan alat pelindung diri seperti masker khusus gas dan sarung tangan agar pekerja terhindar dari paparan langsung benzene. SPBU juga sebaiknya melakukan rotasi kerja pada operator pengisian bahan bakar dan mengurangi jam kerja atau hari kerja (8 jam setiap hari untuk 5 hari kerja atau 7 jam setiap hari pada 6 hari kerja) sesuai dengan UU nomor 13 tahun 2013 tentang ketenagakerjaan untuk mengurangi paparan benzene kepada pekerja SPBU. SPBU disarankan pula untuk melakukan *biological monitoring* secara rutin yang dilakukan lingkungan SPBU dapat ditambahkan area untuk setahun sekali kepada pekerjanya mendeteksi tanda keracunan akibat paparan benzene dan dapat melakukan tindakan pencegahan.

Pada ruang terbuka hijau dengan menanam beberapa tanaman agar dapat menambah sumber alami dari oksigen. Pekerja yang bekerja pada SPBU dapat melakukan beberapa hal sebagai saran diantaranya peduli terhadap kesehatan dan keselamatan diri sendiri terutama pada saat melakukan pekerjaan di area SPBU dengan menggunakan searagam dan APD yang sesuai dan telah disediakan.

Selain itu pekerja dapat melakukan *personal hygiene* setelah selesai bekerja di area SPBU.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). *Toxicological profile for Benzene*. Atlanta, GA:U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2006). *Benzene*. Cincinnati: OH Hazards. Cincinnati USA: Department of Health and Human Services NIOSH.
- Mukono, J. (2008). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan Edisi Kedua*. Surabaya: Airlangga University Press.
- National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH). 2005. *NIOSH Pocket Guide to Chemical*.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2011). *Benzene Method number 1005* (OSHA 1005). Salt Lake City: OSHA Salt Lake Technical Center.
- Peraturan Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Permenakertrans) nomor PER.13/MEN/X/2011. 2011 tentang *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*.
- Profil PT. Pertamina. (2015). www.pertamina.com. (Sitasi tanggal 3 Maret 2015).
- Resdwivani, Diva Madya. (2015). Hubungan Kadar Benzene di Udara Ambien dengan Kadar t,t-Muconic Acid dalam Urine dan Gangguan Kesehatan Pekerja SPBU di DKI Jakarta. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- SIKer Nasional. (2011). Waspada terhadap Bahaya Paparan Benzene. ik.pom.go.id/v2012/wpcontent/uploads/2011/11/bensin.pdf (sitasi tanggal 10 Juni 2015).
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
- World Health Organization (WHO). (2010). *Preventing Disease Through Healthy Environments*. Geneva: Public Health and Environment World Health Organization.