

KORELASI MASA KERJA, JAM KERJA TERHADAP KADAR *T,T-MUCONIC ACID* URIN PEKERJA TERPAPAR BENZENA DI PERTAMBANGAN MINYAK TRADISIONAL BOJONEGORO

CORRELATION WORK PERIOD, WORK DURATION TO URINE T,T-MUCONIC ACID LEVELS OF WORKERS BENZENA EXPOSED IN THE TRADITIONAL OIL MINING BOJONEGORO

Saadatuddaroini, Soedjajadi Keman

Departemen Kesehatan Lingkungan

Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

Kampus C Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60115

E-mail: saadatud.daroini-13@fkm.unair.ac.id

ABSTRACT

Benzene is a natural compound contained in petroleum. Exploitation of petroleum can be done traditionally and modern. Exposure in traditional oil mining contained benzene compound can cause high levels of urine t,t-muconic acid in workers. The highest urine t,t-muconic acid levels can be affected by several factors including work period and work duration. The aim of this study was to analyzed the correlation between work period and work duration to urine t,t-muconic acid levels in traditional oil mining workers. This was an observational study with cross sectional approach. Eleven (11) sample was drawn from twelve (12) population of traditional oil mining workers. The variables studied were urine t,t-muconic acid levels, work period and work duration. Methods of data analysis to known the correlation between variabels used spearman correlation test with $\alpha=0.05$. The result showed that benzene level in ambien air measured at 4 points were exceeded the threshold limit while, 72.3% of workers had t,t-muconic acid levels within urine highest the BEIs levels. Work period and work duration were significantly correlated to urine t,t- muconic acid levels (all variables, $p<0.05$). It can be concluded that the longer the work period and work duration were the highest the t,t-muconic acid levels of urine would be.

Keywords: traditional oil mining, urine t,t-muconic acid levels, work duration, work time

ABSTRAK

Benzena merupakan senyawa alam yang terdapat dalam minyak bumi. Eksploitasi minyak bumi dapat dilakukan secara tradisional dan modern. Paparan di pertambangan minyak tradisional yang terdapat senyawa benzena dapat menimbulkan kadar *t,t-muconic acid* urin yang tinggi pada pekerja. Kadar *t,t muconic acid* urin yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu masa kerja dan jam kerja. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis korelasi antara masa kerja, jam kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* urin pada pekerja pertambangan minyak tradisional. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*. 11 sampel ditarik dari populasi 12 pekerja di pertambangan minyak tradisional. Variabel yang diteliti yaitu kadar *t,t-muconic acid* urin, masa kerja dan jam kerja. Metode analisis data untuk mengetahui hubungan antar variabel menggunakan uji korelasi *spearman* dengan $\alpha=0,05$. Hasil menunjukkan kadar benzena udara yang diukur pada 4 titik seluruhnya melebihi NAB yang ditetapkan sedangkan 72,3% pekerja memiliki kadar *t,t-muconic acid* urin melebihi nilai BEIs yang ditentukan. Terdapat korelasi yang signifikan masa kerja dan jam kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* urin (semua variabel, $p<0,05$). Kesimpulan dari penelitian ini bahwa semakin lama masa kerja dan jam kerja yang terjadi pada pekerja maka akan semakin tinggi kadar *t,t-muconic acid* urin.

Kata kunci: jam kerja, kadar *t,t-muconic acid* urin, masa kerja, pertambangan minyak tradisional

PENDAHULUAN

Sumber daya alam Indonesia sangat melimpah terutama sumber minyak bumi yang dieksploitasi oleh industri maupun pemerintah. Kegiatan eksploitasi minyak bumi merupakan kegiatan yang

memegang peranan penting dalam pembangunan baik kebutuhan energi dan bahan baku industri dan penghasil devisa suatu negara terutama Indonesia sehingga pengelolaan dilakukan seoptimal mungkin (BPH Migas, 2014).

Menurut *International Journal of Environmental Science and Toxicology Research* pusat industri perminyakan Mesir dengan kilang minyak bumi dan pabrik petrokimia merupakan sumber utama hidrokarbon aromatik volatil (VAH) dalam lingkungan (Rao *et al.*, 2007). VAH utama yang dipancarkan salah satunya adalah benzena (Hosny *et al.*, 2017).

Benzena merupakan senyawa volatil aromatik hidrokarbon (VAH) utama yang keluar ke lingkungan saat kegiatan pertambangan minyak atau kilang minyak berlangsung. Pada tahun 1980 di Indonesia tercatat jumlah kasus keracunan akibat benzena akibat paparan rerata sebesar 26,7 ppm dan berdasarkan hasil uji coba Balai Besar Keselamatan dan Kesehatan kerja Makassar tahun 2000 terdapat 4 perusahaan dengan jumlah 7 lokasi pengukuran, 100% melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan (Syafar dan Wahab, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Rahim *et al* (2015) di stasiun pengisian bahan bakar umum di kota Denpasar berada di antara 0,51 ppm sampai 1,38 ppm yang melebihi standar nilai ambang batas.

Dari berbagai kegunaan yang dimiliki benzena terdapat dampak negatif yaitu efek kesehatan bagi pekerja dan telah lama dikenal dan terindikasi sebagai karsinogen serta penyebab penyakit akibat kerja. Paparan dengan dosis tinggi dalam waktu yang singkat dapat menyebabkan gangguan pada sistem syaraf (Ramon, 2007). Paparan benzena dapat berpotensi menimbulkan efek kesehatan akut dan kronis. Efek kesehatan akut yaitu iritasi mata, peradangan mata, iritasi kulit sedangkan efek kesehatan kronis meliputi karsinogenik, mutagenik, toksik bagi sistem reproduksi, beracun bagi darah, sumsum tulang, sistem saraf pusat (SSP) serta beracun bagi hati dan sistem urin apabila paparan terjadi berulang kali dan berkepanjangan maka menyebabkan kerusakan bagi organ target sasaran (MSDS, 2007).

Terdapat beberapa biomarker paparan lingkungan yang dapat digunakan untuk mengetahui kadar paparan benzena yang dapat diterima tubuh. Senyawa metabolit *t,t-mukonic acid* merupakan indikator biomarker yang lebih sensitif dan spesifik dalam biomonitoring biologi, terutama untuk konsentrasi rendah benzena (Musthari, 2016). *t,t-muconic acid* urin adalah salah satu hasil metabolit minor dari paparan benzena di tempat kerja. Metabolit tersebut direkomendasikan oleh ACGIH sebagai biomarker untuk paparan benzena di tempat kerja (> 0,25 ppm) dengan nilai batas indeks paparan

biologis 500 µg/g kreatinin (Jalai A *et al*, 2016). Senyawa *t,t-muconic acid* dalam urin telah terbukti meningkat dengan adanya paparan benzena mulai dari < 0,1 ppm sampai 20 ppm (Weisel, 2010).

Penelitian yang dilakukan di pengrajin sepatu surabaya menunjukkan bahwa pekerja yang berjumlah 8 orang dari 20 orang yang terpapar benzena dengan kadar 0,42 ppm menghasilkan kadar *t,t-muconic acid* urin diatas BEIs yang ditetapkan dengan kadar tertinggi sebesar 1731,38 µg/g kreatinin (Wulandari, 2017).

Besar kecilnya jam kerja berhubungan dengan efek yang akan ditimbulkan, terutama jumlah kadar benzena yang masuk ke dalam tubuh seorang pekerja. Apabila paparan benzena pada seseorang semakin lama dan sering terjadi maka kadar metabolit *t,t-muconic acid* yang ditemukan dalam urin berpotensi besar melebihi *Biological Exposure Indices* (BEIs) yang ditentukan oleh ACGIH tahun 2006 yaitu 500 µg/g kreatinin (ATSDR, 2007) serta akan semakin tinggi juga risiko kesehatan yang akan ditimbulkan. Akan tetapi, hal tersebut tidak berlaku bagi pekerja yang terpapar secara simultan atau tidak secara terus menerus (Yuniati, 2016).

Undang-Undang RI No.13 tahun 2003 pasal 77 tentang ketenagakerjaan telah menetapkan standar jam kerja bahwa a). 7 jam dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam seminggu untuk 6 hari kerja dalam seminggu, atau b). 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu. Ketentuan standar ini digunakan untuk meminimalisir paparan benzena yang diterima pekerja agar tidak terjadi gangguan kesehatan serius.

Masa kerja mempengaruhi durasi paparan dan kadar asupan benzena yang diterima oleh pekerja saat bekerja dan dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan. Pemerintah Indonesia telah mengisyaratkan batas waktu maksimal bagi pengusaha yaitu 3 tahun untuk mempekerjakan karyawan, diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan. Secara tidak langsung hal tersebut dapat memberi jaminan perlindungan bagi pekerja di tempat kerja terhadap paparan dan kadar asupan benzena yang didapatkan dalam waktu yang sangat lama. Menurut *Environmental protection agency*, bahwa kadar benzena sebesar 4 ppm di udara kerja dapat menghasilkan sebuah kasus leukimia tambahan dari 10.000 orang yang terpapar sepanjang hidup (ATSDR, 2006).

Penelitian di sebuah SPBU, dilakukan pada 12 orang pekerja tenaga administrasi pada tahun 2016 menunjukkan hasil bahwa masa kerja memiliki hubungan signifikan dengan kadar *t,t-muconic acid* urin pada pekerja (Martiana, 2016).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis korelasi antara masa kerja, jam kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* urin pada pekerja pertambangan minyak tradisional.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian observasional yang menggunakan pendekatan *cross sectional*. Bila meninjau dari segi tempat, penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Juli–Agustus 2017 dengan sasaran studi yaitu kelompok pekerja pertambangan minyak tradisional di area sumur tua di Desa Wonocolo, Kabupaten Bojonegoro.

Populasi penelitian ini yaitu pekerja pertambangan minyak tradisional di 2 area sumur tua yang bekerja di bagian penambang lantung dan penyulingan minyak dengan jumlah 12 orang. Populasi diperoleh dari kriteria inklusi yang telah ditetapkan dalam penelitian. Kriteria inklusi ini meliputi jenis kelamin laki-laki, pekerja pertambangan minyak tradisional yang telah bekerja minimal 3 tahun hingga penelitian dilakukan, usia pekerja antara 30-50 tahun, pekerja pertambangan minyak tradisional yang bersedia menjadi partisipan pada penelitian (bersedia diwawancara sesuai panduan kuesioner dan diambil urinnya untuk dilakukan uji laboratorium) dibuktikan dengan adanya kesediaan menandatangani pernyataan ketersediaan menjadi partisipan.

Jumlah populasi tersebut kemudian dilakukan pengambilan sampel dengan menggunakan rumus Dahlan (2013).

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 P(1-P)N}{d^2(N-1) + Z_{1-\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Besar sampel yang dipergunakan sebanyak 11 orang pekerja pertambangan minyak tradisional terpapar benzena yang pengambilannya dengan menggunakan metode *simple random sampling*.

Variabel pada penelitian ini yang diteliti yaitu masa kerja yang dikategorikan dalam 3 skala likert yaitu 3 tahun, 4–8 tahun, >8 tahun. Jam kerja dibedakan menjadi ≤ 8 jam, > 8 jam. Kadar *t,t-muconic acid* urin dan kadar benzena di udara dengan skala data rasio.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil wawancara sesuai panduan kuesioner dan data pemeriksaan laboratorium kadar *t,t-muconic acid* urin dan kadar benzena di udara. Data sekunder adalah jumlah pekerja pertambangan minyak tradisional di 2 area sumur tua.

Pemeriksaan udara dan urin dilakukan oleh Laboratorium Terpadu Poltekes Kemenkes Surabaya menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk kadar *t,t-muconic acid* urin sedangkan kadar benzena diudara di pertambangan minyak tradisional menggunakan acuan NIOSH Method 1501 – 2003.

Data hasil wawancara dan pemeriksaan laboratorium kemudian dilakukan analisis secara statistik untuk mencari korelasi masa kerja dan jam kerja terhadap *t,t-muconic acid* urin dengan menggunakan uji statistik korelasi *spearman* yang disajikan dalam beberapa bentuk yaitu frekuensi, persentase, $\text{mean} \pm \text{SD}$, nilai signifikan (p) dan nilai koefisien korelasi (r) sedangkan hasil pemeriksaan kadar benzena di udara akan dianalisis secara deskriptif.

HASIL

Pertambangan minyak tradisional Kabupaten Bojonegoro yang berada di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan merupakan sebuah pertambangan minyak dengan banyak sumur tua dari peninggalan belanda yang telah dieksploitasi oleh masyarakat setempat berjumlah cukup banyak. Kejayaan pertambangan minyak tradisional di desa tersebut pada tahun 1980 sampai 1990, karena hampir seluruh sumur tua desa Wonocolo diakumulasikan mampu menghasilkan lantung 40 rit (1 rit = 5 ton). Akan tetapi, masyarakat diharuskan untuk menjual ke Pertamina melalui koperasi Bogo Sasono dengan harga di bawah harga pasar. Saat ini, banyak masyarakat sebagai pekerja pertambangan minyak tradisional menjual sendiri hasil minyak yang diperoleh kepada konsumen perorangan secara illegal walaupun penghasilannya relatif sedikit (Naumi, 2015).

Proses penambangan minyak tradisional terdiri dari beberapa proses yaitu pertama penambangan lantung (minyak mentah) dari sumur pada kedalaman 300–350 m dengan bantuan *rig* sederhana berupa empat batang balok kayu yang dipasangkan berdiri dan saling bertumpu pada ujungnya diatas sumur

dan menggunakan mesin mobil bekas (diesel) yang disulap menjadi sebuah alat penambang minyak dengan bantuan katrol dan kawat baja untuk menarik minyak dari bawah ke atas dan akan mengalir ke bak penampungan yang berada di samping sumur. Setelah itu, dilakukan proses pemisahan minyak mentah yang masih tercampur dengan air. Kemudian proses penyulingan atau pemasakan minyak mentah dan terakhir yaitu penampungan hasil berupa bensin, minyak tanah dan sebagian besar berupa solar yang kemudian dijual.

Dari proses pertambangan minyak tradisional tersebut pekerja berpotensi terkena paparan benzena dalam waktu cukup lama sehingga kadar metabolit minor dalam tubuh berupa senyawa *t,t-muconic acid* dapat ditemukan pada urin pekerja. Selain itu, prinsip keselamatan dan kesehatan kerja yang diterapkan oleh pekerja pertambangan minyak tradisional juga masih tergolong rendah.

Masa Kerja

Masa kerja pekerja pertambangan minyak tradisional akan terbagi menjadi 3 kategori untuk memudahkan klasifikasi kelompok yaitu sebagai berikut, pekerja yang bekerja selama 3 tahun, 4–8 tahun dan > 8 tahun.

Tabel 1 menunjukkan bahwa masa kerja pekerja di pertambangan minyak tradisional paling sedikit bekerja selama 3 tahun (9,01%) paling banyak (63,6%) telah bekerja lebih dari 8 tahun di pertambangan dan mempunyai rerata masa kerja 12,27 tahun.

Jam Kerja

Dari hasil penelitian didapatkan jam kerja pekerja pertambangan minyak tradisional dikategorikan menjadi 2 macam yaitu ≤ 8 jam dan > 8 jam.

Tabel 1. Distribusi Masa Kerja Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

Masa Kerja (tahun)	Jumlah (f)	Persentase (%)
3 tahun	1	9,1
4–8 tahun	3	27,3
> 8 tahun	7	63,6
Total	11	100
Mean \pm SD	12,27 \pm 9,24	

Tabel 2. Distribusi Masa Kerja Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

Jam Kerja (jam/hari)	Jumlah (f)	Persentase (%)
≤ 8	5	45,5
> 8	6	54,5
Total	11	100
Mean \pm SD	9,73 \pm 4,47	

Tabel 3. Kadar Benzena di Udara pada Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

	PL 1	PL 2	PM 1	PM 2	NAB
Kadar benzena (ppm)	2,17	1,86	2,04	2,20	0,5 ppm

Tabel 2 menunjukkan bahwa jam kerja pekerja di pertambangan minyak tradisional paling banyak selama > 8 jam sehari (54,5%) sedangkan rerata jam kerja sebesar 9,73 jam.

Kadar Benzena Di Udara

Pengukuran kadar benzena di udara pertambangan minyak tradisional di lakukan pada 2 titik area sumur tua pada pagi hari untuk mendeskripsikan gambaran kualitas udara kerja yang terdapat di tempat tersebut. Pemilihan area tersebut berdasarkan jumlah pekerja yang bekerja di sumur tua tersebut cukup banyak. Setiap area sumur tua diambil 2 titik karena terdapat proses penambang lantung (PL) pengambilan minyak dari sumur dan proses penyulingan minyak (PM) yaitu pemasakan minyak yang sebagian besar menjadi produk solar.

Tabel 3 Menunjukkan hasil bahwa kadar benzena yang terdapat pada udara pertambangan minyak tradisional di 2 area sumur tua yang meliputi lokasi penambangan lantung (PL) dan lokasi penyulingan minyak (PM) memiliki nilai kadar benzena tertinggi di udara sebesar 2,20 ppm sedangkan nilai terkecilnya sebesar 1,86 ppm.

Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin

Kadar *t,t-muconic acid* ditemukan dalam urin merupakan metabolit minor untuk melihat paparan benzena yang telah diterima oleh tubuh pekerja. Penelitian ini dilakukan pada pengukuran pagi hari yang menjadi batas normal untuk dipergunakan dalam kadar *t,t-muconic acid* urin pagi. Tabel 4

Tabel 4. Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

Nomor	Kadar <i>t,t-Muconic Acid</i> Urin ($\mu\text{g/g}$ kreatinin)	BEIs
1	529,31	
2	416,28	
3	535,40	
4	508,17	
5	541,10	500 $\mu\text{g/g}$
6	505,09	kreatinin
7	514,73	urin
8	365,05	(ACGIH,
9	416,12	2006)
10	521,20	
11	527,01	
Mean \pm SD	489,04 \pm 57,38	

Tabel 5. Hasil Uji Statistik Korelasi Masa Kerja dengan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

Variabel	Uji Normalitas	Nilai (p)	Nilai (r)
Masa Kerja	0,000	0,010	0,536
<i>t,t-Muconic Acid</i>	0,00		

menunjukkan hasil bahwa sebagian besar pekerja memiliki kadar *t,t-muconic acid urin* melebihi syarat yang ditetapkan (72,7%).

Hubungan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin dengan Masa Kerja

Penelitian ini selanjutnya mencari korelasi antara kadar *t,t-muconic acid* pada urin pekerja pertambangan minyak tradisional terhadap masa kerja menggunakan uji statistik korelasi. Sebelumnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui distribusi yang dihasilkan berdistribusi normal atau tidak pada data penelitian.

Tabel 5 berdasarkan kondisi data persyaratan yang sesuai dengan melihat uji normalitas maka uji statistik yang digunakan uji korelasi *spearman* karena data tidak berdistribusi normal ($<0,05$). Hasil p (0,019) $<$ α (0,05) maka terdapat hubungan

Tabel 6. Hasil Uji Statistik Korelasi Jam Kerja dengan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin Pekerja Pertambangan Minyak Tradisional di Bojonegoro Tahun 2017

Variabel	Uji Normalitas	Nilai (p)	Nilai (r)
Jam Kerja	0,000	0,017	0,502
<i>t,t-Muconic Acid</i>	0,00		

yang signifikan antara masa kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* urin pekerja. Nilai koefisien korelasi 0,536 maka kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang cukup kuat.

Hubungan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin dengan Jam Kerja

Sebelum uji statistik korelasi dilakukan, langkah pertama melakukan uji normalitas untuk mengetahui distribusi data normal (korelasi Pearson) sedangkan distribusi data tidak normal (korelasi *spearman*). Mencari korelasi antara kadar *t,t-muconic acid* pada urin pekerja pertambangan minyak tradisional terhadap jam kerja menggunakan uji statistik korelasi *spearman*.

Tabel 6 berdasarkan kondisi persyaratan data yang sesuai dengan melihat uji normalitas maka uji statistik yang digunakan uji korelasi *spearman* karena data tidak berdistribusi normal ($<0,05$). Jam kerja memiliki hubungan yang cukup kuat dengan kadar *t,t-muconic acid* urin pekerja.

PEMBAHASAN

Kadar Benzena Udara Pertambangan Minyak

Hasil penelitian pemeriksaan laboratorium diketahui bahwa seluruh sampel udara yang berjumlah 4 titik sampel positif terdapat senyawa benzena dengan kadar yang terkandung pada tiap titik sampel berbeda. Kadar paling kecil berada di titik lokasi penambang lantung sebesar 1,86 ppm. Kadar benzena udara paling tinggi adalah sebesar 2,20 ppm di bagian penyulingan minyak. Kadar benzena yang terukur tinggi disebabkan karena beberapa hal diantaranya adalah senyawa benzena merupakan senyawa alami yang terkandung dari minyak mentah dan kegiatan penyulingan minyak menyebabkan uap benzena menguap ke luar lingkungan sehingga tertangkap oleh alat pendeteksi serta adanya faktor alam yaitu kecepatan angin yang tidak terlalu tinggi.

Menurut Peraturan yang diatur oleh Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13 Tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisik dan faktor kimia di tempat kerja menetapkan bahwa Nilai Ambang Batas untuk senyawa benzena di udara kerja yaitu sebesar 0,5 ppm untuk waktu kerja 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Hasil penelitian pengukuran pada 4 titik lokasi pertambangan minyak tradisional melebihi nilai ambang batas yang ditentukan. Sehingga melebihi batas yang dianjurkan dan berisiko menimbulkan dampak kesehatan bagi pekerja.

Kadar benzena udara kerja pada penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Laboratorium PT. Pertamina RU IV Cilacap yang menunjukkan bahwa hasil pengukuran kadar benzena rerata sebesar 0,287 mg/m³ atau setara dengan 0,09 ppm. Kadar tersebut masih berada dibawah Nilai Ambang Batas yang dipersyaratkan oleh pemerintah (Kartika, 2016).

Kadar *t,t*-Muconic Acid Urin

Senyawa benzena yang masuk ke dalam tubuh berbentuk uap melalui inhalasi (sistem pernapasan) akan diabsorpsi oleh organ paru-paru dengan jumlah sekitar 40–50% dari keseluruhan kadar benzena yang masuk tubuh. Ketahanan paru dalam mengabsorpsi benzena sekitar 50% untuk beberapa jam paparan antara 2–100 cm³/m³ (ATSDR, 2007).

Uap benzena yang ditemukan di pertambangan minyak tradisional yang berasal dari minyak mentah dan proses penyulingan dapat mengakibatkan pekerja menghirup secara simultan tanpa adanya alat pelindung diri yang dipergunakan. Sehingga benzena dapat terabsorpsi ke dalam darah yang sebelumnya telah diabsorpsi pada jaringan lemak karena sifat benzena yang larut dalam lemak (Arimurti, 2014). Distribusi benzena ke seluruh tubuh ke dalam jaringan lemak, sum-sum tulang dan urin memiliki porsi 20% lebih besar daripada ke darah (Ramon, 2007). Kemudian, benzena akan berada ke dalam hati dan terjadi proses metabolisme dan menghasilkan produk dengan cincin terbuka berupa asam *t,t*-muconic acid yang merupakan senyawa racun bagi sumsum tulang. Setelah itu, senyawa tersebut diekskresikan melalui urin dengan jumlah 1,6% dari total senyawa metabolit benzena (ATSDR, 2007). Kadar *t,t*-muconic acid urin yang ditemukan pada pekerja dengan dosis paparan benzena tingkat rendah berhubungan secara linear dengan kadar paparan benzena tertimbang waktu *Total Weight Average* (TWA) (Fatonah, 2010).

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada pekerja di pertambangan minyak tradisional Kabupaten Bojonegoro menunjukkan bahwa pekerja memiliki konsentrasi *t,t*-muconic acid urin yang bervariasi. Berdasarkan hasil uji pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa pekerja memiliki kadar *t,t*-muconic acid urin dengan nilai yang cukup tinggi yaitu nilai terbesar 541,10 µg/g kreatinin urin dan nilai terendahnya sebesar 365,05 µg/g kreatinin urin.

Menurut *American of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH) tahun 2011 telah menetapkan 500 µg/g keratinin *t,t*-muconic acid urin sebagai *Biological Exposure Indices* (BEIs) untuk paparan benzena di tempat kerja (ATSDR, 2007). 11 pekerja yang telah terpapar benzena memiliki kadar *t,t*-muconic acid yang melebihi BEIs sebanyak 8 orang dengan jumlah tertinggi yaitu 541,10 µg/g keratinin urin dan jumlah terendah sebesar 505,09 µg/g keratinin.

Pengukuran kadar *t,t*-muconic acid dalam urin pada pekerja ditemukan nilai yang cukup tinggi disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu faktor pertama waktu paparan benzena pada pekerja terjadi sepanjang hari dan terdapat beberapa pekerja yang menginap dan berjaga di sumur tua walaupun tempat kerjanya berada di ruangan terbuka (hutan) dengan alam yang masih natural, akan tetapi aktivitas yang dilakukan cukup padat di tempat tersebut. Faktor kedua pekerja tidak menggunakan APD terutama respirator, hanya berbekal sepatu *boots*. Faktor ketiga *personal hygiene* pekerja di tempat kerja yang kurang baik. Faktor keempat perilaku kebiasaan merokok yang dilakukan pekerja. Sehingga dari empat faktor diatas dapat berisiko mempengaruhi peningkatan kadar *t,t*-muconic acid urin pekerja pertambangan minyak tradisional.

Diketahui kadar *t,t*-muconic acid dalam urin akan berkaitan dengan organ yang menjadi salah satu sasaran distribusi setelah terjadinya proses metabolisme yaitu pada ginjal. Semakin tinggi kadar *t,t*-muconic acid yang ditemukan pada urin pekerja maka akan mengakibatkan beban ginjal bertambah dalam mengekskresikan senyawa tersebut dan akan berdampak dengan terganggunya kemampuan kerjanya saat melakukan fungsi utama.

Penelitian yang dilakukan pada SPBU Pertamina di Kota Medan menunjukkan bahwa kadar *t,t*-muconic acid urin pada pekerja dengan jumlah populasi sebanyak 43 orang memiliki rerata sebesar 586,88 µg/g kreatinin atau sekitar 0,586 mg/g kreatinin. Hal ini menunjukkan bahwa kadar

t,t-muconic acid urin lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan kadar terbatas urin BEIs yang ditetapkan dalam ACGIH yaitu sebesar 0,5 mg/g kreatinin (500 μ g/g kreatinin) (Musthari, 2016).

Korelasi Masa Kerja dengan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa kerja pekerja di pertambangan minyak tradisional memiliki nilai bervariasi dan kebanyakan telah bekerja lebih dari 8 tahun. Masa kerja pekerja menunjukkan waktu kerja atau waktu paparan benzena secara terus-menerus dalam tahun di tempat kerja. Kondisi ini akan mempengaruhi kadar *t,t-muconic acid* dalam urin. Akumulasi kadar benzena dalam tubuh akan lebih besar seiring dengan paparan benzena dalam waktu yang lama sehingga hasil ekskresi *t,t-muconic acid* yang ditemukan dalam urin berpotensi lebih besar. Terdapat sebuah Penelitian yang menyebutkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan kadar *t,t-muconic acid* dalam urin pekerja (Wulandari, 2017).

Hasil uji statistik penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara masa kerja pekerja yang terpapar benzena di pertambangan minyak tradisional dengan *t,t-muconic acid* dalam urin. Pekerja pertambangan minyak memiliki rerata bekerja lebih dari 8 tahun. Sedangkan berdasarkan hasil uji laboratorium kadar *t,t-muconic acid* dalam urin yang paling tinggi sebesar 541,10 μ g/g kreatinin adalah pekerja yang telah terpapar benzena di pertambangan minyak tradisional selama 10 tahun. Kondisi demikian menunjukkan bahwa pekerja dengan masa kerja yang lama akan meningkatkan kadar *t,t muconic acid* dalam urin.

Masa kerja pekerja pertambangan minyak tradisional dikategorikan cukup lama dikarenakan banyak pekerja yang mempertahankan pekerjaan tersebut karena telah menjadi pekerjaan turun temurun, walaupun penghasilan yang didapatkan tidak seberapa serta lapangan pekerjaan yang terbatas disebabkan pendidikan yang dimiliki cukup rendah. Sehingga pekerja mengesampingkan efek maupun risiko kesehatan yang diterima saat bekerja akibat paparan benzena yang didapatkan.

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian di SPBU Pertamina Kota Medan bahwa ditemukan rerata kadar *t,t-muconic acid* urin pada pekerja SPBU yang bekerja dalam waktu ≤ 1 tahun lebih tinggi dibandingkan rerata kadar *t,t-muconic acid* pada pekerja SPBU yang bekerja dalam waktu > 1 tahun bekerja. Hal ini disebabkan karena kelompok

≤ 1 tahun sebanyak 38,46% memiliki kadar *t,t-muconic acid* dalam urin >500 μ g/g sedangkan pada kelompok > 1 tahun hanya 13,33% yang memiliki kadar *t,t-muconic acid* dalam urin >500 μ g/ gr dan pada kelompok ≤ 1 tahun terdapat subyek penelitian yang memiliki kadar *t,t-muconic acid* tertinggi yaitu 6825 μ g/g dan subyek penelitian ini memiliki faktor lain yang mempengaruhi yaitu perokok aktif dan pola makan yang tidak sehat (Musthari, 2016).

Korelasi Jam Kerja dengan Kadar *t,t-Muconic Acid* Urin

Penelitian yang dilakukan oleh Resdwivani (2015) menunjukkan bahwa jam kerja sangat mempengaruhi kondisi kesehatan pekerja sehingga pada perusahaan tertentu dengan paparan langsung menimbulkan efek kesehatan pekerja. Oleh sebab itu, diperlukan adanya rekayasa untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Pekerja pertambangan minyak tradisional memiliki jam kerja rerata 9 jam sehari. Jumlah jam kerja tersebut jauh diatas standar jam kerja yang ditetapkan oleh Undang-Undang No.13 tahun 2003 pasal 77 yaitu 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu.

Berdasarkan hasil uji statistik antara jam kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* dalam urin diketahui bahwa terdapat hubungan yang kuat antara jam kerja dalam sehari dengan kadar *t,t muconic acid* dalam urin. Hal ini sejalan dengan penelitian Yuniati (2016), bahwa jam kerja mempunyai kaitan dengan besarnya efek yang akan didapatkan bagi tubuh, apabila semakin lama dan sering seseorang terpapar dengan benzena maka akan semakin besar risiko dan efek kronis terhadap kesehatan yang ditimbulkan bagi pekerja.

Hal itu terjadi dikarenakan sistem jam kerja di pertambangan minyak tradisional melihat jumlah minyak yang akan ditambang menggunakan lantung dan proses penyulingan. Pekerjaan penambang lantung dilakukan pada pagi dan sore hari sedangkan penyulingan dilakukan setiap waktu karena minyak mentah harus langsung diolah sehingga jam kerja pekerja setiap harinya lebih dari 8 jam per hari. Standar jam kerja tidak diperhatikan oleh para pekerja pertambangan karena pekerjaan ini merupakan pokok pencaharian dan berhubungan dengan penghasilan serta pendapatan yang diperoleh setiap harinya. Secara tidak langsung juga pekerja tersebut tidak memperhatikan paparan benzena yang diterima setiap harinya di lingkungan pertambangan minyak.

SIMPULAN

Kadar benzena udara kerja dipertambangan minyak tradisional yaitu rerata sebesar 2,0675 ppm. Sedangkan Kadar *t,t-muconic acid* urin yang ditemukan pada pekerja rerata sebesar 489,04 $\mu\text{g/g}$ kreatinin. Terdapat 8 partisipan pekerja yang memiliki kadar *t,t-muconic acid* urin melebihi *Biological Exposure Indices* (BEIs) ACGIH (2006) yaitu sebesar 500 $\mu\text{g/g}$ kreatinin. Adanya hubungan yang signifikan kuat antara masa kerja, jam kerja terhadap kadar *t,t-muconic acid* urin pekerja terpapar benzena di pertambangan minyak tradisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada responden di Pertambangan Minyak Tradisional Bojonegoro yang telah membantu penelitian ini, sehingga dapat terlaksana dengan baik tanpa ada gangguan sedikit pun.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substance and Disease., 2006. *Case Studies in Environmental Medicine: Benzene Toxicity*. Atlanta: Agency for Toxic Substance and Disease
- Agency for Toxic Substance and Disease., 2007. *Toxicological Profile For Benzene*. Atlanta: Agency for Toxic Substance and Disease
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists., 2011. *Guide to Occupational Exposure Values*. Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- Arimurti, Z. R., 2014. Pengaruh Konsentrasi Uap Benzene Di Udara Terhadap Kualitas Darah Lengkap, Hapusan Darah dan Keluhan Kesehatan Pada Karyawan SPBU Di Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
- Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi., 2014. *Blue Print BPH Migas*. Jakarta: Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi
- Dahlan, S. M., 2013. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel*. Jakarta: Salemba Medika
- Fatonah, Y. I., 2010. Analisis Risiko Pajanan Benzene Pada Pekerja Bengkel Sepatu X di Kawasan Perkampungan Industri Kecil (PIK) Pulogadung Jakarta Timur. *Tesis*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
- Hosny, G., Elghayish, M., Noweir, K., 2017. Health Risk Assessment For Benzene-Exposure In Oil Refineries. *International Journal of Environmental Science and Toxicology Research*, [e-Journal] 5 (1): pp. 23-30
- Jalai, A., Ramezani, Z., Ebrahim, K., 2016. Urinary Trans,trans-muconic acid is Not a Reliable Biomarker for Low Level Environmental and Occupational Benzene Exposures. *Journal Safety and Health at Work*, [e-Journal] 8: pp. 220-225
- Kartika, D., Nurjazuli., Rahardjo, M., 2016. Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Benzene pada Pekerja di Bagian Laboratorium Industri Pengolahan Minyak Bumi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, [e-Journal] 4(4): pp. 892-899
- Martiana, T., Fakhri., Dewanti, L., 2016. Factor Associated with Urine Trans, Trans Muconic Acid (tt-MA) Levels of Gas Station Workers. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, [e-Journal] 2(6): pp. 640-644
- Material Safety Data Sheet., 2007. *Benzene Material Safety Data Sheet*.
- Musthari., 2016. Korelasi Paparan Benzene Melalui Pengukuran Kadar Trans-Trans Muconic Acid (tt-MA) Dengan Kadar Enzim Transaminase Dan Total Protein Pada Pekerja SPBU Pertamina Kota Medan. *Tesis*. Medan: Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara
- Naumi, R. N., Agus, T., 2015. Pertambangan Minyak Tradisional di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro Tahun 1970-1987. *AVATARA e-Jurnal Pendidikan Sejarah*, [e-Journal] 3(1): pp.135-146
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No.13 Tahun 2011. Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja Nomor. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI
- Ramon, A., 2007. Analisis Paparan Benzene Terhadap Profil Darah Pada Pekerja Industri Pengolahan Minyak Bumi. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rao, P. S., Ansari, M. F., Gavane, A. G., Pandit, V. I., Nema, P., Devotta, S., 2007. Seasonal Variation of Toxic Benzene Emissions in Petroleum Refinery. *Environmental Monitoring and Assessment* [e-Journal] 128: pp. 323–328
- Syafar, M., Wahab A. W., 2015. Analysis of Benzene Concentration Effects at Workplace To The Phenol Concentration In Urine Of Painting Workshop

- Labors In Makassar, Indonesia. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research* [e-Journal] 21(2): pp. 439-445
- Weisel, C. P., 2010. Benzene Exposure: An Overview of Monitoring Methods And Their Findings. *Journal Elsevier* [e-Journal] 184(0): pp. 58-66
- Wulandari, D., 2017. Hubungan Paparan Senyawa Benzena dengan Kadar Trans, Trans-Muconic Acid dalam Urin Pengrajin Sepatu di Kelurahan Tambak Oso Wilangan Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Yuniati, I., 2016. Hubungan Praktik Kerja, Paparan Benzena dan Kebiasaan Merokok dengan Konsentrasi Benzena dalam Urin (Studi pada Pekerja Bengkel di Kecamatan Tembalang Semarang). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang