

Pajanan toluen udara dan kejadian neuropati saraf tepi di percetakan *offset*

Air toluene exposure and peripheral neuropathy cases in offset printing

Fadhila Pratamasari¹, Ismail Setyopranoto², Soebijanto³

Abstract

Purpose: The purpose of this paper was to determine the relationship between toluene exposure in the air at each workstation in offset printing with the incidence of peripheral neuropathy. **Methods:** A cross-sectional study was conducted involving total sampling of the offset printing workers who met the criteria. **Results:** The study found that there was no correlation between toluene exposure in the air with the incidence of peripheral neuropathy in offset printing workers in Sleman. Based on the ENMG test, there were only 21.42% workers diagnosed with peripheral neuropathy from 14 workers diagnosed with neuropathy; and it can be ascertained that these were not caused by toluene exposure in the air. **Conclusion:** There was no correlation between toluene exposure in the air in offset printing with peripheral neuropathy for this study. Weight, length of work, and education were the factors of toluene exposure found in this study. Workers need to pay attention to the limits of the length of exposure.

Keywords: toluene exposure; peripheral neuropathy; offset printing

Dikirim: 8 Desember 2015
Diterbitkan: 1 Oktober 2016

¹Departemen Perilaku Kesehatan, Lingkungan dan Kedokteran Sosial, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada (Email: fadhila.pratamasari@mail.ugm.ac.id)

²Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada

³Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada

PENDAHULUAN

Toluen ($C_6H_5CH_3$) adalah bahan kimia beracun (1); merupakan pelarut organik yang digunakan dalam berbagai proses percetakan, mudah menguap pada tekanan 3000 Pa, pada suhu 25°C memberikan keuntungan material cetak cepat kering dan berguna pada mesin cetak dengan kecepatan tinggi (2). Beberapa proses percetakan menghasilkan pajanan toluein dosis tinggi (3,4). Toluein aman bagi lingkungan dan kesehatan jika tidak melewati ambang batas (50 ppm) (5); pada dosis berlebih mengakibatkan neuropati. Neuropati akibat pajanan toluein yang sering muncul adalah neuropati saraf tepi (6,7) mengganggu aktivitas kerja.

Neuropati saraf tepi adalah kerusakan dan disfungsi saraf tepi meliputi saraf sensorik, motorik, dan otonom yang menghubungkan otak dan medula spinalis ke seluruh tubuh. Istilah neuropati saraf tepi secara umum mengacu pada bagian distal sistem saraf; tetapi dapat mengenai seluruh tingkat susunan saraf tepi (8). Neuropati di percetakan offset biasanya difokuskan pada pajanan n-heksana, atau campuran n-heksana dengan pelarut organik (toluein, xylene), senyawa hidro karbon, atau dengan logam (timbal) (9). Neuropati saraf tepi muncul akibat pajanan toluein dan senyawa hidrokarbon, campuran toluein dan hidrokarbon banyak terdapat pada tiner. Manifestasi yang terjadi adalah kelemahan pada bagian distal tubuh dan atrofi otot, terutama pada tangan dan kaki (10).

Toluein banyak digunakan dalam kegiatan percetakan. Toluein mendominasi komponen tinta cetak sekitar 60-75% (11). Penggunaan toluein di percetakan adalah 75% dari seluruh bahan kimia beracun (12). Beberapa proses percetakan menghasilkan pajanan toluein dosis tinggi. Pajanan toluein dosis tinggi terjadi saat prosedur pembersihan (dosis toluein 50-200 ppm) (13). Komposisi pelarut organik beragam. Tiner memiliki komposisi toluein 7-77% (14) dan 2,2% benzena. Tiner produksi Jepang mengandung aseton dan metil isobutirat (15). MSDS Jerman atau *Sincherheitsdatenblatt* mencatat tiner terdiri atas 15-45% toluein, 10-40% xylene, 2-15% etanol, dan 5-20% aseton. Komposisi tinta *printing* yang digunakan di percetakan offset X terdiri atas toluein 60%, zat pengering 0,5-2%, *varnish* 40-80%, dan pigmen warna. Mayoritas lem terdiri atas 50% toluein (16).

Rerata pajanan toluein udara di percetakan offset X adalah 0,0206 mg/m³/jam. Pekerja terpajanan toluein udara sebanyak 0,043 ppm/8 jam kerja (17). Angka ini di

bawah batas aman menurut Kepmenaker (1881 mg/m³). Pekerja percetakan offset X tidak menganggap gejala pegal, kesemutan, iritasi mata dan hidung, serta sakit kepala sebagai keluhan kesehatan terkait pajanan toluein. Keluhan pekerja bertentangan dengan petunjuk NIOSH yang menyebutkan iritasi mata dan hidung, pegal, kesemutan, sulit tidur, dan sakit kepala sebagai gejala gangguan kesehatan akibat pajanan toluein. Percetakan offset X menggunakan pelarut organik pada kegiatan produksi. Pelarut organik banyak digunakan dalam bentuk tiner, lem, dan tinta produksi. Pelarut organik yang digunakan di percetakan offset X dalam bentuk campuran. Artinya, pelarut organik merupakan salah satu dari komposisi tinta, lem, dan tiner produksi. Salah satu pelarut organik yang digunakan di percetakan offset X adalah toluein (17).

Belum terdapat penelitian mengenai hubungan antara kadar pajanan toluein udara secara inhalasi dan neuropati saraf tepi pada populasi pekerja yang mempunyai risiko tinggi terpajanan, seperti pekerja percetakan offset. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan. Fokus penelitian ini adalah tentang hubungan pajanan toluein udara di percetakan offset dengan kejadian neuropati saraf tepi, yang diagnosis ditegakkan dengan pemeriksaan ENMG (*electro-neuromyograph*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara pajanan toluein udara di percetakan offset dengan kejadian neuropati saraf tepi.

METODE

Penelitian *cross-sectional* ini melibatkan semua pekerja percetakan offset yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah pekerja percetakan offset X lebih dari enam bulan dan bersedia menjadi subjek penelitian. Kriteria eksklusi sampel adalah neuropati bawaan, serta diabetes melitus dan malnutrisi preanamnesis. Subjek dikeluarkan ketika mengundurkan diri pada saat penelitian berlangsung, tidak mengisi data dengan lengkap, atau tidak dilakukan pemeriksaan ENMG. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah pemeriksaan ENMG yang dilakukan oleh dokter spesialis saraf untuk mendiagnosis neuropati saraf tepi. Analisis regresi logistik untuk mengetahui faktor dominan insidensi neuropati saraf tepi.

HASIL

Variabel bebas utama adalah pajanan toluen udara dan lima variabel yang kemungkinan berperan sebagai variabel pengganggu. Distribusi variabel tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi responden menurut karakteristik

Variabel	Faktor risiko positif (n= 6)	Faktor risiko negatif (n= 8)
Umur, tahun		
<40 tahun	6	7
> 40 tahun	0	1
Jenis kelamin		
Laki-laki	6	5
Perempuan	0	3
Berat badan, kg		
< 60 kg	5	3
> 60 kg	1	5
Lama bekerja di percetakan offset X, bulan		
> 60 bulan	2	2
< 60 bulan	4	6
Lama aktivitas di percetakan offset X, jam/ minggu		
< 42 jam/minggu	1	1
> 42 jam/minggu	5	7

Dari empat belas responden, persentase pekerja laki-laki lebih banyak dibandingkan pekerja perempuan (78,6%: 21,4%). Rerata usia pekerja percetakan offset X adalah 30,2 tahun. Sebanyak 7,1% pekerja berusia > 40 tahun; 92,9 % pekerja berusia < 40 tahun. Sebanyak 28,6% pekerja *underweight*; 35,7 % pekerja memiliki IMT normal; dan 35,7% pekerja obes. Mayoritas tingkat pendidikan subjek penelitian adalah SMA/SMK (64,3%). Dua pekerja (14,3%) berpendidikan SMP/ sederajat; tiga pekerja (21,4%) berpendidikan perguruan tinggi. Rerata lama bekerja pekerja percetakan offset X adalah 45 bulan. Empat pekerja (28,6%) telah bekerja di percetakan offset lebih dari 60 bulan. Sepuluh pekerja (71,4%) bekerja di bawah 60 bulan. Dua pekerja di antaranya beraktivitas di percetakan offset X <42 jam/ minggu (14,3%); 12 pekerja (85,7%) beraktivitas >42 jam/minggu.

Berdasarkan pemeriksaan ENMG diketahui terdapat tiga kasus neuropati saraf tepi; ketiganya tidak disebabkan oleh pajanan toluen di area kerja. Kasus pertama adalah polineuropati pada ekstremitas bawah akibat trauma pijat pada pekerja umur > 40 tahun. Kasus kedua adalah *phantom pain* akibat tindakan amputasi jari tangan kanan pada pekerja bagian produksi. Kasus ketiga adalah nyeri berulang akibat pekerjaan melipat pada bagian *finishing* yang diderita pekerja wanita dengan berat badan > 60 kg.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis, diketahui bahwa tidak ada hubungan antara pajanan toluene

udara di percetakan offset X dengan kejadian neuropati saraf tepi pekerja.

Tabel 2. Distribusi kejadian neuropati saraf tepi pada pekerja percetakan offset X

Variabel identitas responden	Pajanan toluen udara < 0,23 mg/m ³		Pajanan toluen udara > 0,23 mg/m ³	
	Neuro pati +	Neuro pati -	Neuro pati +	Neuro pati -
Umur (tahun)				
< 40 tahun	0	4	2	7
> 40 tahun	1	0	0	0
Berat badan (kg)				
< 60 kg	0	2	1	5
> 60 kg	1	2	1	2
Tingkat pendidikan				
SMP/ sederajat	0	0	0	2
SMA/SMK/ sederajat	0	3	1	5
Akademi/ perguruan tinggi	1	1	1	0
Lama kerja				
< 60 bulan	0	4	2	4
> 60 bulan	1	0	0	3
Lama aktivitas per hari				
< 42 jam/ minggu	0	1	0	1
> 42 jam/ minggu	1	3	2	6

Ada tiga alasan (a) kecilnya persentase pekerja dengan neuropati saraf tepi (21,4%) di percetakan offset daerah Jalan Kaliurang Sleman ini dan penyebab neuropati saraf tepi yang tidak dikarenakan pajanan toluene udara di percetakan offset, (b) pajanan toluen udara di percetakan offset X hanya 0,0206 mg/m³/jam (jauh di bawah batas aman pajanan toluene di percetakan sebesar 350 mg/m³/jam).

Jika tiga kasus neuropati yang terjadi dianggap sebagai akibat pajanan toluene > 350 mg/m³/jam, maka terdapat hubungan antara pajanan toluen udara di percetakan offset dengan kejadian neuropati saraf tepi. Besar hubungan antara pajanan toluen udara di percetakan offset dengan kejadian neuropati saraf tepi adalah 0,2 (-0,51 – 0,56). Persamaan hubungan adalah: kejadian neuropati saraf tepi di percetakan offset = 0,2 + 0,22 (pajanan toluen udara). Variabel berat badan, umur, pendidikan, lama kerja, dan lama aktivitas merupakan variabel perancu terjadinya hubungan pajanan toluen udara di percetakan offset dengan kejadian neuropati saraf tepi.

Variabel yang memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi dianalisis kembali untuk mengetahui variabel-variabel mana sajakah yang berkontribusi dalam kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen di percetakan offset X. Variabel umur, pendidikan, lama kerja, lama aktivitas dan toluen udara memiliki hubungan tidak signifikan terhadap kejadian neuropati.

Tabel 3. Hubungan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi di percetakan offset X

Model	Koefisien	Besarnya hubungan	95% <i>confidence interval</i>	AIC
Model I	0,2			18,778
Pajanan toluen udara		0,022 (0,93)	-0,516 – 0,560	
Model II	-0,71			21,071
Pajanan toluen udara		0,145 (0,64)	-0,570 – 0,861	
Lama kerja		0,065 (0,83)	-0,640 – 0,771	
Lama aktivitas		0,100 (0,79)	-0,794 – 0,995	
Umur		0,013 (0,52)	-0,033 – 0,059	
Pendidikan		0,330 (0,23)	-0,267 – 0,937	
Model III	-0,7			19,094
Pajanan toluen udara		0,150 (0,58)	-0,474 – 0,783	
Lama kerja		0,061 (0,82)	-0,578 – 0,702	
Lama aktivitas		0,087 (0,80)	-0,688 – 0,863	
Umur		0,012 (0,50)	-0,028 – 0,054	
Pendidikan		0,331 (0,19)	-0,212 – 0,875	
Model IV	-0,533			20,180
Pajanan toluen udara		-0,032 (0,89)	-0,599 – 0,534	
Lama kerja		0,091 (0,76)	-0,567 – 0,751	
Lama aktivitas		0,063 (0,86)	-0,737 – 0,863	
Umur		0,023 (0,20)	-0,015 – 0,062	
Model V	0,028			20,815
Pajanan toluen udara		-0,056 (0,83)	-0,637 – 0,523	
Lama kerja		0,270 (0,34)	-0,334 – 0,875	
Lama aktivitas		0,246 (0,69)	-0,662 – 0,956	
Model VI	0,139			19,042
Pajanan toluen udara		-0,051 (0,84)	-0,602 – 0,499	
Lama kerja		0,301 (0,25)	-0,249 – 0,852	

Terdapat perbedaan koefisien regresi antara model hubungan I (pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi) dengan model hubungan II (pajanan toluen udara, berat badan, pendidikan, umur, lama kerja, lama aktivitas). Pada model hubungan II besar hubungan adalah 0,145 ($p = 0,646$). Terdapat perbedaan sekitar 0,077. Dapat dimungkinkan variabel berat badan, pendidikan, umur, lama kerja dan lama aktivitas merupakan variabel perancu pada penelitian.

Permodelan dibuat pada variabel neuropati saraf tepi, pajanan toluen udara, berat badan, umur, pendidikan, lama kerja, dan lama aktivitas untuk mengetahui model manakah yang paling sesuai untuk mengetahui hubungan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X. Dari keenam model (tabel 3), model I merupakan model terbaik untuk menganalisis hubungan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X (nilai AIC = 18,778). Model I selanjutnya dijadikan model acuan untuk menentukan hubungan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi. Model II, III dan IV menunjukkan tidak ada hubungan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi (Tabel 3).

BAHASAN

Rerata kadar toluen udara di percetakan offset X adalah 0,02069 mg/m³/jam (17). Nilai ini berada di bawah kadar maksimal toluen di udara menurut Kepmenaker (25) (1881 mg/m³/8 jam kerja) maupun Tyle (350 mg/m³)(18). Toluene digunakan di stasiun kerja produksi dan *binding*. Toluene di stasiun kerja produksi digunakan sebagai bahan campuran tinta *printing*. Toluene di stasiun kerja *binding* digunakan sebagai bahan campuran lem. Terdapat kemungkinan pekerja tidak mengalami neuropati saraf tepi; tetapi terdapat kemungkinan pekerja mengalami sakit kepala, ke- lelahan dan mual.

Berdasarkan hasil observasi awal, diketahui sepuluh pekerja mengeluh gatal pada kulit setelah bekerja dengan lem, tinta, dan tiner produksi. Empat belas pekerja mengeluh mata perih. Tujuh pekerja mengeluh bersin saat mesin *binding* beroperasi. Enam pekerja mengeluh sakit kepala, satu pekerja mengeluh kesemutan dan pegal saat lelah, dan sepuluh pekerja mengeluh kesulitan tidur. Informasi mengenai keluhan pegal, kesemutan, iritasi mata dan hidung, dan sakit kepala tidak dianggap sebagai keluhan kesehatan pekerja percetakan offset X. Keluhan pegal pekerja dianggap hal biasa jika kelelahan; bukan efek bekerja dengan lem, tinta, maupun tiner produksi (17). Keluhan pekerja bertentangan dengan petunjuk NIOSH

yang menyebutkan iritasi mata dan hidung, pegal, kesemutan, sulit tidur, dan sakit kepala sebagai gejala gangguan kesehatan akibat pajanan toluen. Sebagian dari gejala yang dikeluhkan oleh pekerja percetakan offset X (pada observasi awal) merupakan gejala neuropati saraf tepi. Mørck *et al.* (19) menyebutkan bahwa pajanan toluen <200 ppm dihubungkan dengan sakit kepala, kelelahan, dan mual. Menurut penelitian di Taiwan, kasus seperti ini dikenal sebagai *multiple chemical sensitivity* (MCS), sebuah intoleransi idiopatik akibat lingkungan. Sindrom MCS, termasuk sakit kepala, kelelahan, dan mual terjadi akibat pajanan toluen berkonsentrasi rendah (20).

Dari 14 responden di penelitian ini, tidak ada hubungan antara pajanan toluen udara di percetakan offset X dengan kejadian neuropati saraf tepi pekerja. Ada dua alasan, yaitu: (a) kecilnya persentase pekerja dengan neuropati saraf tepi (21,4%) di percetakan offset daerah Jalan Kaliurang Sleman dan penyebab neuropati saraf tepi yang bukan dikarenakan pajanan toluene udara di percetakan offset, (b) pajanan toluen udara di percetakan offset X hanya 0,0206 mg/m³/jam (jauh di bawah batas aman pajanan toluene di percetakan sebesar 350 mg/m³/jam).

Jika tiga kasus neuropati yang terjadi dianggap sebagai akibat pajanan toluen > 350 mg/m³/jam, maka terdapat hubungan signifikan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi pekerja offset X (0,022, p = 0,93). Hubungan pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi pekerja offset di masyarakat terjadi sekitar - 0,516 sd. 0,560. Semakin tinggi kadar pajanan toluen udara di suatu bagian semakin berisiko pekerja mengalami neuropati saraf tepi. Terdapat dua pekerja yang terdiagnosis neuropati saraf tepi pada stasiun kerja dengan pajanan toluen > 0,23 mg/m³/jam.

Tidak semua pekerja berisiko terpajan mengalami abnormalitas. Hal ini berkaitan dengan sensitivitas dan kebiasaan hidup setiap pekerja. Sensitivitas pekerja terhadap pajanan berbeda-beda (21). Pekerja yang memiliki risiko terpajan toluen dan variabel pengganggu (umur, tingkat pendidikan, lama bekerja, lama aktivitas, dan berat badan) memiliki risiko neuropati saraf tepi lebih tinggi (F= 0,865, sig. 0,52; p<0,05). Ada dua kasus neuropati akibat berat badan >60 kg. Satu kasus neuropati pada pekerja berperawakan tinggi dan merokok. Dua kasus neuropati yang terjadi pada pekerja yang tinggal dan beraktivitas di daerah perkotaan. Dua kasus terjadi pada pekerja dengan tingkat pendidikan <SMA/SMK/ sederajat.

Variabel berat badan (p = 0,456), pendidikan (p= 0,281), umur (p= 0,429), lama kerja (p= 0,472), dan lama

aktivitas (p=0,786) memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi. Kelima variabel ini dianalisis kembali untuk mengetahui apakah kelima variabel adalah variabel perancu. Hasil analisis menunjukkan *odd ratio* antara variabel pajanan toluen udara, berat badan, pendidikan, lama kerja dan lama aktivitas terhadap neuropati saraf tepi adalah 1,19. *Odd ratio* antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi adalah 1,14. Terdapat beda nilai *odd ratio* (antara *odd ratio* yang disesuaikan dengan *odd ratio* antara pajanan toluen udara dan neuropati saraf tepi). Beda nilai *odds* sebesar 0,05. Berdasarkan hasil beda nilai *odds* ini, variabel berat badan, pendidikan, lama kerja dan lama aktivitas dapat dikatakan sebagai variabel perancu.

Berat badan memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X. Dua kasus neuropati saraf tepi terjadi pada pekerja dengan berat badan > 60 kg. Penelitian terdahulu menyebutkan neuropati dapat diakibatkan oleh kompresi serabut saraf atau trauma yang berkaitan dengan menahan beban. Mold *et al.*(27) menjelaskan neuropati dapat terjadi sebagai resultansi dari penambahan berat badan dan aktivitas tubuh yang kurang; sehingga pemeriksaan neuropati mungkin kurang akurat pada seseorang dengan obesitas.

Lama kerja dan lama aktivitas memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X. Besar hubungan sebesar 0,065 dan 0,100. Rerata lama bekerja pekerja percetakan offset X adalah 45 bulan. Empat pekerja (28,6%) telah bekerja di percetakan offset lebih dari 60 bulan. Sepuluh pekerja (71,4%) bekerja di bawah 60 bulan. Dua pekerja di antaranya beraktivitas di percetakan offset X <42 jam/ minggu (14,3%); 12 pekerja (85,7%) beraktivitas >42 jam/minggu (tabel 6). Semakin lama seseorang beraktivitas dengan toluen maka semakin banyak jumlah toluen yang terendap dalam darah; dan semakin besar kemungkinan seseorang mengalami kejadian neuropati akibat pajanan toluen. Mayoritas lama kerja pekerja berisiko dan terpajan toluen >0,23 mg/m³ adalah < 60 bulan. Hanya 2 pekerja berisiko positif yang bekerja >60 bulan terpajan toluen >0,23 mg/m³. Pekerja yang beraktivitas di percetakan offset X >42 jam/minggu lebih rentan terpajan toluen secara inhalasi. Hasil observasi memperlihatkan 1 pekerja berisiko positif dan terpajan toluen >0,23 mg/m³/jam memiliki lama aktivitas kerja per hari <42 jam/minggu. Lima pekerja berisiko positif dan terpajan toluen >0,23 mg/m³/jam memiliki lama aktivitas >42 jam/minggu. Penelitian menunjukkan hubungan lama

pajanan dengan kadar toluen. Semakin lama seseorang terpajan toluen semakin diketahui kemungkinan gangguan neurologis sejenis neuropati.

Pendidikan memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X (0,335). Pekerja yang memiliki tingkat pendidikan > SMK berisiko terpajan toluen udara rendah. Pekerja yang berkeahlian (SMK dan akademi) rata-rata bekerja di stasiun kerja yang tidak berisiko. Selain itu, persepsi pekerja percetakan offset X yang memiliki tingkat pendidikan <SMK (terhadap risiko kerja) tidak sebaik pekerja dengan tingkat pendidikan >SMK. Mayoritas pekerja dengan tingkat pendidikan <SMK menyepelkan gejala sejenis neuropati yang terjadi di percetakan offset X. Alasan ini menyebabkan pendidikan memiliki hubungan dengan kejadian neuropati saraf tepi.

Umur memiliki hubungan dengan kejadian neuropati akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X (0,013). Sebanyak 7,1 % pekerja berusia > 40 tahun; 92,9 % pekerja berusia < 40 tahun. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Konuk(26), semakin bertambahnya umur maka imunitas menurun. Efek toksik dari toluen akan lebih besar seiring bertambahnya umur dibandingkan dengan individu sehat dewasa. Kejadian neuropati saraf tepi juga meningkat seiring bertambahnya umur (22). Neuropati saraf tepi meningkat sekitar 2-8% pada dewasa seiring bertambahnya umur (23).

Terdapat enam model yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan pajanan toluen udara di percetakan offset X dengan kejadian neuropati saraf tepi pekerja. Model I merupakan model terbaik untuk menganalisis hubungan kejadian neuropati saraf tepi akibat pajanan toluen udara di percetakan offset X. Model I selanjutnya dijadikan model acuan untuk menentukan hubungan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi. Persamaan hubungan model I adalah: $y = 0,2 + 0,22$ (pajanan toluen udara). Model II, III, dan IV menunjukkan tidak ada hubungan antara pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi. Pekerja percetakan offset X beristirahat setelah terpajan toluen sekitar 4 jam (dengan pajanan toluen 80 ppm). Pekerja percetakan X perlu melakukan pembatasan lama pajanan (dapat berbentuk istirahat) setelah bekerja selama 4 jam, atau bahkan rotasi setelah bekerja 60 bulan.

SIMPULAN

Penelitian ini tidak menemukan hubungan pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf tepi di

percetakan offset X di daerah Jalan Kaliurang Sleman. Berat badan, lama kerja dan pendidikan adalah faktor pajanan toluen yang ditemukan pada penelitian ini. Pekerja percetakan perlu memperhatikan batasan lama pajanan.

Abstrak

Tujuan: Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan paparan toluena pada masing-masing stasiun kerja dalam percetakan *offset* dengan kejadian neuropati perifer. **Metode:** Penelitian *cross-sectional* dilakukan dengan melibatkan total sampling pekerja cetak *offset* yang memenuhi kriteria. Penelitian ini menggunakan uji regresi logistik. **Hasil:** Penelitian ini menemukan tidak ada korelasi antara pemaparan toluena dengan kejadian neuropati perifer pada percetakan *offset* di Sleman. Berdasarkan uji ENMG, hanya ada 21,42% pekerja yang didiagnosis menderita neuropati perifer dari 14 pekerja yang didiagnosis menderita neuropati; dan bisa dipastikan tidak disebabkan oleh paparan toluen. **Simpulan:** Penelitian ini tidak menemukan hubungan pajanan toluen udara dengan kejadian neuropati saraf. Berat badan, lama kerja, dan pendidikan adalah faktor pajanan toluen yang ditemukan pada penelitian ini. Pekerja percetakan perlu memperhatikan batasan lama pajanan.

Kata kunci: pajanan toluen; neuropati saraf tepi; *offset* printing

PUSTAKA

1. Von Burg, R. Toxicology update: toluene. *Jour f Appl Toxicology*. 1993;13: 441-446.
2. Bauer, B. Miljø og arbejds miljø i den grafiske branche. Bind 1. Ydre miljø. Miljøprojekt No. 212. Miljøstyrelsen. 1993.
3. Svendsen, K, Rognes, KS. Exposure to organic solvents in the offset printing industry in Norway. *Ann. Occup. Hyg.*; 2000;44(2):119-124.
4. Glockle, AH, Cuno, E, Hensel, T, Schultz, HJ, Sandstede, R.P. Feldstudie Toluol in Tiefdruckerien. Wiesbaden: Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung. 1996.
5. American Conference of Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices 2000. Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2000.
6. Pyor, GT. A toluene-induced motor syndrome in rats resembling that seen in some human solvent abusers. *Neurotoxicology and teratology*; 1991;13(4):387-400.

7. Kang, D-M, & Kim, I. Compensation for occupational neurological and mental disorders. *J Korean Med Sci*, 2014;29 (Suppl):S59-S65.
8. Stubblefield MD, Burstein HJ, Burton AW, Custodio CM, Deng GE, Ho M, Von Roenn, JH. NCCN task force report: Management of neuropathy in cancer. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 2009;7:S1–S26.
9. Kutlu, G, Gomceli, YB, Sonmez, T, Inan, LE. Peripheral neuropathy and visual evoked potential changes in workers exposed to n-hexane. *J of Clin Neuroscience*, 2009;16 (10):1296-9.
10. Ghanei, E, Homayooni, M, Nasrollahi, A. Rhabdomyolysis and thinner intoxication. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*; 2007;21(3):162-166
11. Bauer, B. Miljø og arbejdsmiljø i den grafiske branche. Bind 1. Ydre miljø. Miljøprojekt No. 212. Miljøstyrelsen. 1993.
12. Carstensen, M. Biochemicals for the printing industry. Minneapolis, MN: The Institute for Local Self-Reliance. 1997.
13. Svendsen, K, Rognes, K.S. Exposure to organic solvents in the offset printing industry in Norway. *Ann. Occup. Hyg.*; 2000: 44(2):119-124.
14. Reza J, Salazar G, Trejo A. Evaluation of composition and evaporation behavior of commercial thinner samples expended in Mexico City. *Rev Int Contam Ambient*. 1997;13:87–95.
15. Martinez-Alfaro, M, Alcarazz-Contreras, Y, Cárabez-Trejo, A, Leo-Amador, GE. Oxidative stress effects of thinner inhalation. *Indian J Occup Environ Med*. 2011;15(3):87-92.
16. Ash, M. Handbook of fillers, extenders, and diluents (2nd Ed.). NY: Synapse information resources Inc. 2011.
17. Pratamasari, F, Soebijanto, Setyopranoto, I. Kejadian neuropati saraf tepi pada pekerja percetakan offset yang terpajan toluen [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 2015.
18. Tyle, H, Larsen, HS, Andersen, LK, Brandt-Lassen, R. European Union Risk Assessment Report: toluene. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2003.
19. Mørck, HI, Winkel, P, Gyntelberg, F. Health effects of toluene exposure. *Dan. Med. Bull.*; 1988: 35:196-200.
20. Lee, YL, Pai, MC, Chen, JH, Guo, YL. Central neurological abnormalities and multiple chemical sensitivity caused by chronic toluene exposure. *Occupational Medicine*, 2003;53:479–482
21. Sclesi, R, Candura, SM. Occupational toxic neuropathies: morphology in peripheral nerve biopsies. *G Ital Med Lav Ergon.*, 2012: 34(4):410-419.
22. Kote, GSS, Bhat, AN, Thajuddeen, K, Ismail, MH, Gupta, A. Peripheral insensate neuropathy-is height a risk factor? *J Clin Diagn Res.*;2013: 7(2):296-301
23. Fauci, B, Kasper, LH, Jameson, L. Harrison's Principles of Internal Medicine 17th Chapter 379: Peripheral neuropathy. New York: McGraw Hill; 2008:pp. 2651–66.
24. Von Euler, M, Pham, TM, Hillefors, M, Bjelke, B, Henriksson, B, von Euler, G. Inhalation of low concentrations of toluene induces persistent effects on a learning retention task, beam-walk performance, and cerebrocortical size in the rat. *Exp Neurol*, 2000;163: 1–8.
25. Dick, F, Sample, S, Chen, R, Seaton, A. Neurological deficits in solvent-exposed painters: a syndrome including impaired colour vision, cognitive defects, tremor and loss of vibration sensation. *Q J Med.*, 2000;93:655-661.
26. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia, Nomor Kep. 187/Men/1997, Tahun 1997, tentang Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja.
27. Konuk, Effects of α -lipoic acid on DNA damage, protein oxidation, lipid peroxidation, and some biochemical parameters in sub chronic thinner addicted rats. *Turk J Biology*, 2012;36:702-710.
28. Mold, JW, Vesely, SK, Keyl, BA, Schenk, JB, Roberts, M. The Prevalence, Predictors, and Consequences of Peripheral Sensory Neuropathy in Older Patients. *J Am Board Fam Pract.*, 2004;17:309–18.

