

KADAR FORMALDEHID UDARA DAN IRITASI MATA PADA PEKERJA DI AREA PRODUKSI PABRIK PEREKAT KAYU DI SURABAYA

Air Formaldehyde Levels and Eye Irritation in Workers at Production Area of Wood Adhesive Factory in Surabaya

Mustika Ayu Raharyaningsih dan R. Azizah

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

Abstrak: Formaldehid merupakan bahan kimia yang mempunyai karakteristik mudah menguap dan mempunyai efek jangka pendek, yakni dapat menyebabkan iritasi mata. Paparan formaldehid dalam kadar yang rendah dapat menimbulkan iritasi mata pada manusia. Tujuan penelitian adalah mempelajari proses produksi, kadar formaldehid udara dan iritasi mata pada pekerja di area produksi Pabrik Perekat Kayu di Surabaya. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan *cross sectional* dan dianalisis secara deskriptif. Variabel yang diteliti adalah kadar formaldehid udara dan iritasi mata pada pekerja. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata kadar formaldehid di tiga area produksi (produksi formalin, perekat cair, dan perekat bubuk) adalah sebesar 0,2102 ppm dan sebanyak 12,5% responden mengalami iritasi mata dengan usia antara 26–35 tahun, masa kerja < 10 tahun, lama kerja 7 jam per hari, tidak memakai alat pelindung diri kacamata pengaman (*spectacles*) dan mempunyai kebiasaan merokok. Pihak pabrik telah menyediakan alat pelindung diri kacamata pengaman (*spectacles*), namun sebanyak 37,5% responden tidak memakai alat pelindung diri tersebut saat bekerja. Oleh sebab itu perlu adanya pengawasan yang lebih ketat terhadap pemakaian alat pelindung diri khususnya kacamata pengaman (*spectacles*) agar pekerja lebih taat dalam penggunaan alat pelindung diri tersebut dan iritasi mata pada pekerja dapat dihindari.

Kata kunci: Produksi formalin dan perekat kayu, formaldehid, iritasi mata

Abstract: *Formaldehyde is a chemical substance that has volatile and short-term effect characteristics, which can cause eye irritation. Exposure to formaldehyde in low levels can cause irritation to human eyes. The purpose of this research was to study the production process, air formaldehyde levels and eye irritation at Wood Adhesive Factory workers in Surabaya. This study was an observational study with cross sectional design and analyzed descriptively. The variables studied were levels of formaldehyde in the air and eye irritation of workers. Results showed that the average levels of formaldehyde in three areas of production (formalin, liquid adhesive, and powder adhesive production) was 0.2102 ppm and 12.5% of respondents experiencing eye irritation had age between 26-35 years, working period less than 10 years, length of work 7 hours per day, not wearing personal protective equipment safety glasses (spectacles) and had a habit of smoking. The factory had provided personal protective equipment safety glasses (spectacles), but 37.5% of the respondents did not wear personal protective equipment when they were working. Hence strict supervision regarding the use of personal protective equipment is needed, especially safety glasses (spectacles) so that workers are more obedient in wearing personal protective equipment and eye irritation to workers can be avoided.*

Keywords: *Formalin and wood adhesive production, formaldehyde, eye irritation*

PENDAHULUAN

Bahan kimia berupa Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) maupun bukan B3 banyak digunakan sebagai bahan baku kimia pada industri di Indonesia. Selain digunakan sebagai bahan baku, bahan kimia tersebut dapat mencemari lingkungan, baik udara, air, dan tanah sehingga berpotensi untuk menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan pekerja. Kontaminan kimia yang terdapat di udara lingkungan kerja dapat berasal dari kegiatan proses produksi maupun kegiatan lain yang mendukung proses produksi. Pekerja dapat terpajan oleh kontaminan kimia

yang terdapat di udara lingkungan kerja, baik yang berbentuk gas, uap, ataupun partikulat (Lestari, 2009).

Industri perekat/lem merupakan salah satu contoh industri yang menggunakan bahan kimia dalam kegiatan produksinya. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian tentang perkembangan jumlah unit usaha industri besar dan sedang di Indonesia, jumlah unit usaha di bidang perekat/lem pada tahun 2013 mencapai angka 49 industri (Kementerian Perindustrian RI, 2013). Perekat/lem banyak digunakan pada industri kayu dan kertas. Akan tetapi, selain sebagai bahan baku,

perekat/lem tersebut mengandung formaldehid yang cukup berbahaya dan dapat menyebabkan kanker (Ulfah dkk, 2013).

Formaldehid dapat dimanfaatkan sebagai campuran dalam lem resin untuk perekat produk dari kayu. Bahan lain yang menghasilkan formaldehid adalah asap rokok, pembakaran kayu, minyak tanah, dan pembakaran gas alam. Sumber lainnya adalah obat nyamuk bakar, penggunaan bahan bakar kayu/batu bara, peralatan mebel (kayu pres) dan *Urea Formaldehyde Insulating Foam* (UFIF). Formaldehid tersebut merupakan bagian terbesar dari golongan bahan yang mudah menguap (VOC_s) dan dalam suhu kamar berbentuk gas. Efek formaldehid terhadap kesehatan dapat berupa iritasi mata, hidung dan tenggorokan, kesukaran bernafas, kulit merah, asma dan reaksi alergi, dan penyebab kanker. Untuk mencegah keracunan formaldehid, perlu dilakukan pengurangan penggunaan maupun pengurangan paparan, ruangan dengan ventilasi yang memadai dan menjaga suhu serta kelembapan ruangan (Mukono, 2008).

Menurut Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia (2011), kadar tertinggi formaldehid di tempat kerja yang diperkenankan adalah sebesar 0,3 ppm. Paparan formaldehid dapat menyebabkan iritasi jangka pendek dan efek kesehatan jangka panjang, seperti kanker. Rendahnya tingkat paparan formaldehid dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, dan kulit. AS *Environmental Protection Agency* sebelumnya mengklasifikasikan formaldehid sebagai bahan kimia yang memungkinkan dampak karsinogenik pada manusia (Chicagoland Division, 2011).

Salah satu karakteristik formaldehid adalah baunya yang tajam dan baunya dapat tercium pada konsentrasi yang rendah, yakni 0,5 ppm. Formaldehid dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui inhalasi, ingesti dan kontak langsung. *National Academy of Science* (NAS) melakukan penelitian pada tahun 1981 tentang pemajanan formaldehid, dalam penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kadar formaldehid udara sebesar 0,1–0,5 ppm dapat menyebabkan responden mengalami gejala iritasi pada mata dan iritasi umum pada saluran pernapasan atas (Naria, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pohan (2006) tentang pemajanan gas formaldehid terhadap iritasi mata pada pekerja di toko tekstil kawasan Pasar Ikan Lama Medan

Tahun 2006, dapat diketahui bahwa sebanyak 46,7% responden mengalami keluhan iritasi mata, kulit dan saluran pernapasan atas dengan kadar formaldehid udara rata-rata pada enam toko sebesar 0,08 mg/m³. Sensitivitas individu dalam menerima paparan formaldehid berbeda, sehingga paparan formaldehid menimbulkan reaksi yang berbeda pula. Paparan akut formaldehid pada manusia dapat menyebabkan iritasi mata, hidung dan tenggorokan, sedangkan paparan menahun (kronis) formaldehid pada manusia dapat menyebabkan kanker (Naria, 2004 dan Mukono, 2008).

Telah disebutkan di atas bahwa terdapat risiko bahaya di dalam tempat kerja, salah satunya adalah paparan formaldehid. Hal ini dapat menimbulkan kerugian bagi pekerja, yakni pekerja dapat mengalami gangguan kesehatan dan jika tidak ada penanganan ataupun pencegahan, maka gangguan kesehatan itu dapat mengurangi produktivitas kerja sehingga membawa kerugian juga bagi perusahaan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari proses produksi perekat kayu, mempelajari kadar formaldehid udara di area produksi perekat kayu dan iritasi mata pada pekerja di area produksi Pabrik Perekat Kayu di Surabaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancang bangun *cross sectional*. Lokasi penelitian adalah area produksi (produksi formalin, perekat cair dan perekat bubuk) Pabrik Perekat Kayu di Surabaya.

Populasi penelitian merupakan pekerja di ketiga area produksi, yakni sebanyak 51 orang. Sampel diambil dari populasi menggunakan teknik *purposive sampling*, yakni sebesar 16 orang (area produksi formalin sebanyak 4 orang, area produksi perekat cair sebanyak 8 orang dan area produksi perekat bubuk sebanyak 4 orang). Sampel merupakan pekerja yang tidak mempunyai riwayat alergi dan tidak sedang sakit akibat infeksi bakteri maupun virus.

Bagian produksi formalin dan perekat cair mempunyai jam kerja selama 24 jam dengan 3 *shift* (06.00–14.00, 14.00–22.00, 22.00–06.00), sedangkan bagian produksi perekat bubuk mempunyai jam kerja dari pukul 08.00–16.00. Pekerja di bagian produksi formalin dan perekat cair hanya bergiliran *shift* kerja dan tidak bergiliran kerja ke bagian produksi yang lain, sedangkan

pekerja pada bagian produksi perekat bubuk tidak bergiliran *shift* dan tidak bergiliran kerja ke bagian produksi lain. Pengambilan sampel pekerja dilakukan pada *shift* 1 agar didapatkan pekerja yang bekerja pada ketiga bagian produksi tersebut.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar formaldehid udara dan faktor individu yang meliputi umur, jenis kelamin, masa bekerja, lama bekerja, pemakaian alat pelindung diri dan kebiasaan merokok. Sedangkan variabel terikatnya adalah iritasi mata.

Pengambilan sampel udara dilakukan di ketiga bagian produksi dengan masing-masing satu titik pengambilan sampel. Pengambilan sampel udara dilakukan oleh petugas sampling dari UPT K3 Dinas Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Kependudukan Propinsi Jawa Timur. Pengambilan sampel udara dilakukan dengan menggunakan alat *impinger* dan *mini pump* yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode *Chromotropic acid*. Hasil pengukuran kadar formaldehid udara dinyatakan dalam satuan ppm (*part per million*).

Pengambilan data terkait faktor individu dilakukan dengan metode wawancara. Iritasi mata pada pekerja dinilai berdasarkan uji klinis dokter umum dengan penilaian bahwa pekerja yang mengalami iritasi mata adalah pekerja yang mengalami gejala mata merah, mata perih, *epifora* (mata berair), dan *blefarospasme* (mata berkedip secara berlebihan). Semua data yang telah terkumpul akan dianalisis secara deskriptif. Penelitian ini telah lulus *Ethical Clearance* di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dengan sertifikat nomor 588-KEPK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

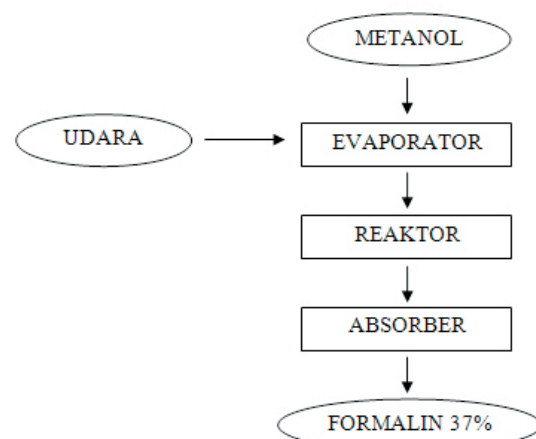
Proses Produksi di Pabrik Perekat Kayu di Surabaya.

Produk yang dihasilkan oleh Pabrik Perekat Kayu terdiri dari 3 produk, yakni formalin, perekat cair dan perekat bubuk. Bagan proses produksi formalin dapat dilihat pada Gambar 1. Tahap awalnya adalah melakukan penguapan *methanol* dan mencampurnya dengan udara dalam evaporator. Dari proses tersebut akan terbentuk uap. Uap tersebut masuk ke dalam reaktor dan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan uap formaldehid. Selanjutnya uap formaldehid tersebut masuk ke *plant absorber* untuk proses absorpsi

dengan air dan menghasilkan formalin 37% dalam bentuk cair.

Uap formaldehid dapat mencemari udara di area produksi formalin mengingat produk yang dihasilkan adalah formalin yang mempunyai sifat mudah menguap. Uap formaldehid banyak terdapat dalam *plant absorber*. Uap tersebut berasal dari proses pemanasan methanol dan reaksi kimia yang terjadi sebelumnya pada reaktor. Jika *plant absorber* mengalami kebocoran, maka uap formaldehid dapat mencemari udara di area produksi tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Lestari (2013), bahwa formaldehid yang dihasilkan oleh kegiatan produksi di pabrik formalin berasal dari proses absorpsi dan pendinginan karena pada proses tersebut sebelumnya sudah terjadi proses pemanasan.

Produk kedua dari pabrik ini adalah perekat cair. Perekat cair ini dapat digolongkan menjadi 3 jenis perekat, yakni *Urea Formaldehyde Adhesive*, *Melamine Formaldehyde Adhesive*, dan *Phenol Formaldehyde Adhesive*. Bagan proses produksi ketiga jenis produk dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4, yakni mempunyai prinsip kerja yang sama, yaitu mencampur bahan baku dengan proses pemanasan pada *plant heater* yang bertujuan untuk mempercepat homogenisasi bahan baku dan selanjutnya dilakukan proses pendinginan. Namun yang berbeda dari ketiga jenis produk tersebut adalah bahan baku utamanya. Produksi *Urea Formaldehyde Adhesive* memakai bahan baku utama berupa urea dan formalin, produksi *Melamine Formaldehyde Adhesive* memakai bahan baku utama berupa melamine dan formalin,



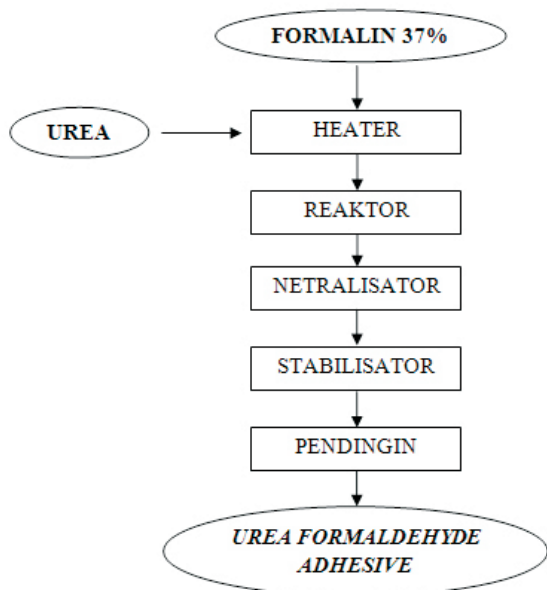
Sumber: Raharyaningsih, 2016

Gambar 1.

Bagan Proses Produksi Formalin di Bagian Produksi Formalin Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

sedangkan produksi *Phenol Formaldehyde Adhesive* memakai bahan baku utama berupa fenol dan formalin.

Sebagian besar bahan baku dalam proses produksi perekat cair ini adalah formalin dan terdapat proses pemanasan formalin saat mencampur dengan bahan baku lain sehingga uap formaldehid dapat terbentuk.



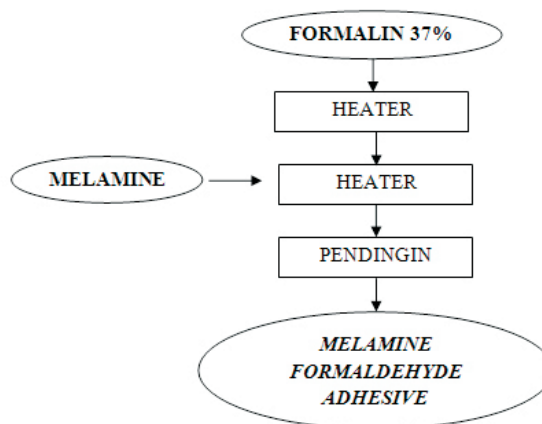
Sumber: Raharyaningsih, 2016

Gambar 2.

Bagan Proses Produksi *Urea Formaldehyde Adhesive* di Bagian Produksi Perekat Cair Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

Pencemaran udara oleh uap formaldehid di area produksi perekat cair ini dapat terjadi jika terdapat kebocoran pada *plant* khususnya *heater*. *Heater* merupakan *plant* yang berfungsi untuk memanaskan bahan baku, yakni formalin, sehingga dalam *plant heater* banyak terdapat uap formaldehid sebagai hasil dari pemanasan formalin.

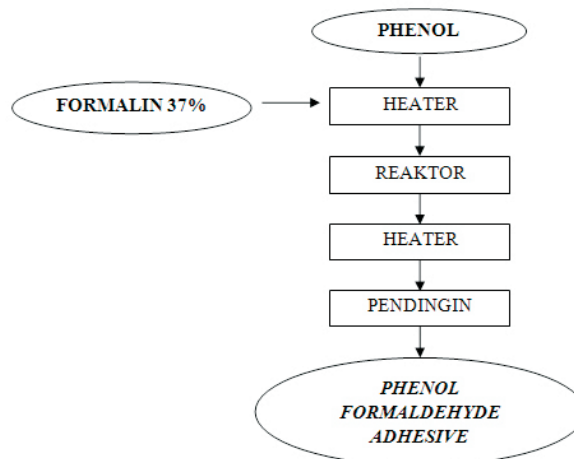
Produk ketiga dari pabrik ini adalah perekat kayu berupa bubuk/serbuk. Bagan proses produksi perekat bubuk dapat dilihat pada Gambar 5. Awal mula proses produksi perekat bubuk ini adalah proses pengeringan bahan baku dengan bantuan *spray dryer*, yaitu teknologi untuk memproduksi partikel halus dari bahan cair yang disemprotkan pada *plant* yang telah dialiri udara panas. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan hingga terbentuk *Dry Formaldehyde Resin* (Resin Formaldehid Kering).



Sumber: Raharyaningsih, 2016

Gambar 3.

Bagan Proses Produksi *Melamine Formaldehyde Adhesive* di Bagian Produksi Perekat Cair Pabrik Perekat Kayu di Surabaya



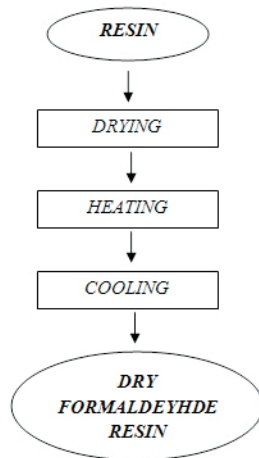
Sumber: Raharyaningsih, 2016

Gambar 4.

Bagan Proses Produksi *Phenol Formaldehyde Adhesive* di Bagian Produksi Perekat Cair Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

Proses produksi perekat bubuk tidak dilaksanakan setiap hari, namun hanya dilaksanakan pada saat terdapat permintaan dari konsumen. Pencemaran udara oleh uap formaldehid di area ini dapat berasal dari uap formalin yang masuk saat proses pembersihan tangki formalin yang tempatnya berdekatan dengan area produksi perekat bubuk, namun kegiatan pembersihan tangki formalin ini berlangsung 3–4 tahun sekali.

Area produksi perekat cair juga merupakan tempat paparan formaldehid bagi pekerja. Sumber formaldehid di area ini berasal dari



Sumber: Raharyaningsih, 2016

Gambar 5.

Bagan Proses Produksi *Dry Formaldehyde Resin* di Bagian Produksi Perekat Bubuk Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

proses pemanasan bahan baku formalin yang berlangsung pada *plant heater*. Sedangkan di area produksi perekat bubuk, sumber formaldehid juga berasal dari formalin yang menguap saat proses pembersihan tangki formalin.

Formaldehid memiliki karakteristik tidak berwarna, mudah menguap dan baunya dapat tercium pada konsentrasi yang rendah, yakni 0,5 ppm (Naria, 2004). Menurut *Work Safe BC* (2016), meskipun berbahaya seperti cairan kimia, formaldehid adalah bahan kimia yang paling berbahaya dalam bentuk uap. Pekerja dapat terpapar formaldehid yang berasal dari lem dan pernis yang dipanaskan dan menghasilkan uap formaldehid.

Formalin merupakan bahan baku utama dalam produksi perekat cair dan perekat bubuk pada pabrik ini, sedangkan formalin tersebut juga diproduksi sendiri oleh pabrik ini. Uap formaldehid diduga merupakan kontaminan utama dalam lokasi penelitian ini. Hal tersebut sesuai dengan teori menurut WHO (2002), bahwa emisi langsung merupakan sumber formaldehid di udara, terutama yang berasal dari produksi dan penggunaan formaldehid sebagai bahan baku.

Kadar Formaldehid Udara di Area Produksi Pabrik Perekat Kayu di Surabaya.

Kadar formaldehid udara di area produksi menggambarkan banyaknya paparan formaldehid yang diterima pekerja. Berdasarkan hasil pengukuran di area produksi, kadar formaldehid

pada area produksi formalin sebesar 0,0244 ppm, pada area perekat cair sebesar 0,1918 dan pada area perekat bubuk sebesar 0,4144 ppm. Dengan rata-rata kadar sebesar 0,2102 ppm.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Kependudukan No. 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, Kadar Tertinggi Diperkenankan (KTD) dari formaldehid udara di tempat kerja sebesar 0,3 ppm, sehingga dapat dikatakan bahwa kadar formaldehid udara di area perekat bubuk telah melebihi KTD pada peraturan tersebut.

Pada saat pengukuran kadar formaldehid, bagian produksi perekat bubuk sedang tidak terdapat proses produksi, namun terdapat kegiatan pembersihan tangki formalin di dekat area produksi perekat cair. Mengingat formalin mempunyai sifat mudah menguap, maka uap formalin yang terbentuk selama proses pembersihan tangki formalin tersebut dapat masuk ke dalam area produksi perekat bubuk melalui ventilasi.

Titik pengukuran di area produksi perekat bubuk berdekatan dengan lokasi pembersihan tangki formalin sehingga uap formaldehid dapat masuk ke area tersebut. Berdasarkan penelitian Lestari (2013), kadar formaldehid pada salah satu *plant* di area produksi sebesar 0,0387 ppm. Uap formaldehid yang terbentuk pada *plant* tersebut berasal dari pemanasan bahan baku yang menghasilkan uap formaldehid.

Pabrik perekat kayu ini telah melakukan pengukuran kadar formaldehid secara berkala, yakni 2 kali dalam 1 tahun. Pengukuran kadar formaldehid dilakukan pada 2 titik pengukuran, yakni di area produksi perekat cair dan laboratorium QA (*Quality Analisis*). Hasil pengukuran kadar formaldehid yang terakhir adalah 0,2714 ppm pada area produksi perekat cair dan 0,3772 ppm pada laboratorium QA, sedangkan untuk pengukuran kadar formaldehid pada area produksi formalin dan perekat bubuk belum pernah dilakukan (Raharyaningsih, 2016). Pengukuran kontaminan kimia udara, khususnya formaldehid perlu dilakukan oleh tempat penelitian ini agar dapat diketahui banyaknya paparan yang diterima pekerja sehingga dapat dijadikan pedoman bagi pabrik dalam merumuskan kebijakan demi kesehatan dan keselamatan pekerja.

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Kependudukan No. 13 Tahun

2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, Kadar Tertinggi Diperkenankan (KTD) dari formaldehid di area kerja sebesar 0,3 ppm, sehingga keberadaan uap formaldehid di udara dalam area produksi ini menjadi sumber paparan bagi pekerja terlebih lagi jika melewati KTD pada peraturan tersebut. Formaldehid dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan atas pada manusia dalam kadar yang rendah, yakni sebesar 0,1–0,5 ppm.

Iritasi Mata pada Pekerja di Area Produksi Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki dan lama bekerja selama 7 jam per hari. Mayoritas responden berumur 26–35 tahun, masa bekerja kurang dari 10 tahun, telah memakai alat pelindung diri berupa kaca mata pengaman (*spectacles*) dan tidak memiliki kebiasaan merokok.

Potensi timbulnya kejadian iritasi mata pada pekerja dapat disebabkan oleh adanya formaldehid di udara lingkungan kerja. Penelitian

tentang pemajanan formaldehid pernah dilakukan oleh *National Academy of Science* (NAS) pada tahun 1981. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar formaldehid sebesar 0,1–0,5 ppm dapat menimbulkan gejala pertama, yakni berupa iritasi pada mata dan saluran pernapasan atas (Naria, 2004).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sebanyak 12,5% dari total responden mengalami iritasi mata dengan gejala mata merah, mata perih, epifora (mata berair), dan *blefarospasme* (mata berkedip secara berlebihan). Keduanya merupakan pekerja pada bagian produksi perekat cair.

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui bahwa kadar formaldehid pada area produksi perekat cair masih termasuk dalam KTD, yakni sebesar 0,1918 ppm. Menurut Naria (2004), paparan formaldehid selama 5 jam per hari dalam kadar yang rendah yakni sebesar 0,042 ppm dapat menimbulkan iritasi mata pada 2% responden penelitian. Oleh sebab itu, paparan formaldehid meskipun dengan kadar yang rendah dapat memunculkan efek iritasi mata.

Tabel 1.

Tabulasi Silang Antara Variabel Faktor Individu dan Iritasi Mata pada Pekerja di Area Produksi Pabrik Perekat Kayu di Surabaya

Faktor Individu	Iritasi Mata				Total	
	Ya		Tidak		n	%
	n	%	n	%		
Umur						
17–25 tahun	0	0,0	4	25,0	4	25,0
26–35 tahun	2	12,5	6	37,5	8	50,0
36–45 tahun	0	0,0	4	25,0	4	25,0
Total	2	12,5	14	87,5	16	100,0
Masa Bekerja						
< 10 tahun	2	12,5	11	68,8	13	81,3
≥ 10 tahun	0	0,0	3	18,8	3	38,8
Total	2	12,5	14	87,5	16	100,0
Pemakaian APD kaca mata pengaman						
Ya	0	0,0	10	62,5	10	62,5
Tidak	2	12,5	4	25,0	6	37,5
Total	2	12,5	14	87,5	16	100,0
Kebiasaan Merokok						
Ya	2	12,5	5	31,3	7	43,8
Tidak	0	0,0	9	56,3	9	56,3
Total	2	12,5	14	87,5	16	100,0

Jumlah responden yang berusia antara 26–35 tahun merupakan kelompok mayoritas, yakni dengan persentase sebesar 50%. Faktor yang menyebabkan terjadinya hal tersebut adalah adanya masa regenerasi sehingga banyak pekerja generasi yang lebih muda menggantikan pekerja berusia lanjut. Responden yang mengalami iritasi mata pada penelitian ini termasuk dalam kelompok usia 26–35 tahun, yakni sebanyak 12,5% dari total responden. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Kjaergaard dkk (1992), bahwa mata yang lebih sensitif terhadap paparan bahan kimia yang bersifat iritan dimiliki oleh responden yang berumur kurang dari 40 tahun. Namun hal tersebut tidak sesuai dengan penelitian Acosta dkk (2006), bahwa sejalan dengan bertambahnya usia maka ambang batas konjungtiva terhadap rangsangan mekanik dan kimia semakin meningkat. Dibandingkan dengan laki-laki pada usia yang sama, wanita premenopause lebih sensitif terhadap rangsangan konjungtiva.

Semua responden pada penelitian ini berjenis kelamin laki-laki. Kondisi tersebut tidak dapat mendukung teori bahwa wanita memiliki peluang 1,9 kali lebih besar mengalami iritasi mata dibandingkan dengan pria (Godish dkk, 2015). Namun penelitian ini sejalan dengan penelitian Acosta dkk (2006) yang menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara rangsangan bahaya kimia terhadap jenis kelamin dan sensitivitas mata.

Sama halnya dengan usia, masa bekerja responden mayoritas kurang dari 10 tahun karena usia dan masa bekerja berbanding lurus. Semakin tua usia seseorang maka masa kerjanya juga semakin lama, begitu juga sebaliknya. Responden pada penelitian ini yang mengalami iritasi mata mempunyai masa kerja kurang dari 10 tahun, yakni sebanyak 12,5%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Pujiyanti (2004), bahwa tidak ada hubungan antara iritasi mata (konjungtivitis) dengan masa kerja. Selain itu, pajanan akut formaldehid dapat berdampak iritasi mata, sehingga untuk menyebabkan dampak iritasi mata pada manusia tidak perlu pajanan menahun (Mukono, 2008).

Lama kerja merupakan jumlah jam kerja responden saat bekerja dalam satu hari. Lama kerja juga dapat menggambarkan seberapa lama paparan bahaya yang ada di tempat kerja tiap harinya. Terdapat 3 *shift* kerja dan kerja lembur pada bagian produksi di tempat penelitian ini. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari

responden, sebagian besar responden jarang bekerja lembur sehingga rata-rata jam kerja responden tiap harinya adalah 7 jam. Dua orang responden yang mengalami iritasi mata dalam penelitian ini merupakan pekerja di bagian produksi perekat cair. Kadar formaldehid udara pada area produksi perekat cair adalah sebesar 0,1918 ppm. Menurut ASHRAE, Nilai Ambang Batas (NAB) formaldehid udara untuk *Indoor Air Quality* yaitu sebesar 0,1 ppm untuk 8 jam kerja (rata-rata lama kerja) (Naria, 2004). Jika dibandingkan dengan NAB tersebut, maka kadar formaldehid di area produksi perekat cair tersebut telah melebihi NAB selama 8 jam, sehingga dapat memungkinkan terjadinya iritasi mata pada pekerja. NAB 0,1 ppm untuk 8 jam kerja menunjukkan bahwa dalam kadar tersebut merupakan konsentrasi rata-rata untuk 8 jam kerja per hari dan 40 jam seminggu tanpa timbulnya gangguan kesehatan meskipun telah terpapar berulang kali setiap hari. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Naria (2004), bahwa paparan formaldehid selama 5 jam dengan kadar formaldehid sebesar 0,042–0,250 ppm dapat menyebabkan iritasi mata pada 2% dari total responden.

Pekerja yang mempunyai potensi terpapar bahaya di lingkungan kerja perlu memakai alat pelindung diri. Terhindarnya pekerja dari masuknya bahan kimia atau kontak langsung dengan bahan kimia di lingkungan kerja merupakan tujuan pemakaian APD. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa pihak pabrik telah menyediakan APD kaca mata pengaman (*spectacles*) bagi seluruh pekerja di area produksi, namun sebanyak 37,5% responden tidak memakai APD tersebut saat bekerja. Sebanyak 12,5% responden dalam penelitian ini mengalami iritasi mata dan merupakan responden yang tidak memakai APD berupa kaca mata pengaman (*spectacles*) saat bekerja. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Pujiyanti (2004), bahwa pemakaian kaca mata pelindung dapat menghindari terjadinya iritasi mata (konjungtivitis).

Perlindungan mata dari kemungkinan kontak bahaya karena percikan atau kemasukan debu, gas, uap, cairan korosif, partikel melayang merupakan fungsi dari kaca mata pengaman (Suma'mur, 1994). Menurut *American Optometric Association* (2016), bahwa perlindungan mata dari semua pekerjaan dengan bahan kimia yang dapat menyebabkan penggunaan cedera mata (yaitu,

yang bersifat korosif, formaldehid, *methylene chloride*) merupakan fungsi dari penggunaan kacamata pengaman (*spectacles*). Kacamata pengaman (*spectacles*) dirancang untuk memberikan perlindungan pada mata. Kacamata pengaman jauh berbeda dengan kacamata biasa karena kacamata ini dilengkapi dengan lensa dan bingkai yang jauh lebih kuat. Kacamata pengaman dapat memberikan perlindungan mata pada kondisi kerja dengan paparan debu dan partikel yang beterbangan. Kacamata pengaman ini juga dilengkapi dengan perisai sisi sehingga dapat lebih melindungi mata dari bahan kimia berbahaya.

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa sebanyak 43,75% dari total responden mempunyai kebiasaan merokok. Kurang lebih 25 jenis penyakit yang menyerang berbagai organ tubuh manusia telah terbukti sebagai akibat dari kebiasaan merokok (Hammado, 2014). Asap rokok mengandung oksidan, aldehid, asam, ammonia dan lain-lain yang dapat menyebabkan iritasi lokal epitel jalan napas (Haris dkk, 2012). Dalam penelitian ini, responden yang mengalami iritasi mata mempunyai kebiasaan merokok. Penyakit mata inflamasi (peradangan) lebih mungkin dialami oleh perokok daripada orang yang bukan perokok. Peradangan cenderung lebih parah dan lebih cepat kambuh pada perokok. Kemerahan, nyeri, kepekaan terhadap cahaya dan kabur atau penglihatan menurun terjadi akibat peradangan pada satu atau lebih bagian dari mata (Quit Victoria, 2016).

Asap tembakau mengandung zat iritan utama, yakni formaldehid dan akrolein. Menurut penelitian Weber dkk (1976), sebanyak 60 orang responden terpapar asap rokok yang dihasilkan oleh mesin pada sebuah ruangan. Efek iritasi berhubungan dengan konsentrasi CO, formaldehid, dan akrolein yang terkandung dalam asap rokok tersebut. Dengan asap yang dihasilkan oleh 10 batang rokok, dapat dihasilkan akrolein sebanyak 0,1 ppm sedangkan CO dan formaldehid melebihi standar kualitas udara di luar ruangan. Dengan paparan tersebut, sebanyak 9% dari 60 orang responden menunjukkan gangguan mata yang kuat atau sangat kuat. Oleh sebab itu, terjadinya iritasi mata yang disebabkan oleh paparan formaldehid dapat didukung dengan kebiasaan merokok.

SIMPULAN DAN SARAN

Formaldehid dapat mencemari udara di area produksi dan lingkungan di sekitar pabrik perekat kayu jika tidak ada pengendalian sumber pencemar. Berdasarkan hasil pengukuran formaldehid di tiga area produksi (produksi formalin, perekat cair, dan perekat bubuk), dapat diketahui bahwa rata-rata kadar formaldehid di tiga area produksi adalah sebesar 0,2102 ppm. Rata-rata kadar formaldehid di tiga area tersebut masih memenuhi KTD (Kadar Tertinggi Diperkenankan) menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja, dan Transmigrasi No. 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja, namun kadar formaldehid di area produksi perekat bubuk telah melebihi KTD pada peraturan tersebut, yakni 0,4144 ppm.

Pekerja yang mengalami iritasi mata sebanyak 12,5% dari total responden dan termasuk dalam golongan umur 26–25 tahun, berjenis kelamin laki-laki, masa bekerja < 10 tahun, lama bekerja 7 jam per hari, tidak menggunakan APD berupa kacamata pengaman (*spectacles*) dan mempunyai kebiasaan merokok.

Berdasarkan kesimpulan di atas, masih ada beberapa hal yang perlu untuk ditingkatkan dan diperbaiki, yakni pihak pabrik perlu melakukan upaya pencegahan pencemaran udara oleh formaldehid dengan cara merawat dan mengecek *plant* produksi secara berkala. Selain itu, pada saat proses pembersihan tangki formalin perlu dilakukan dengan alat khusus (pipa yang kedap udara) sehingga tidak kontak dengan udara secara langsung dan panas yang dapat melepaskan uap formaldehid ke udara.

Pengukuran kadar formaldehid di semua area produksi perlu dilakukan agar dapat diketahui besar paparan yang diterima oleh pekerja. Pihak pabrik juga perlu memperketat pengawasan terhadap pemakaian APD khususnya kacamata pengaman (*spectacles*) dan pekerja perlu menghindari kebiasaan merokok sehingga kejadian iritasi mata pada pekerja dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

Acosta, M.C., M.L. Alfaro, F. Borrás, C. Belmonte, and J. Gallar. (2006). Influence of Age, Gender and Iris

- Color on Mechanical and Chemical Sensitivity of The Cornea and Conjunctiva. *Experimental Eye Research*, [e- journal] 83(4): pp. 932–938. Tersedia di <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014483506002417>> [3 Januari 2017].
- American Optometric Association. (2016). *Protecting Your Eyes at Work*. Tersedia di <<http://www.aoa.org/patients-and-public/caring-for-your-vision/protecting-your-vision?sso=y>> [3 Januari 2017].
- Chicagoland Division. (2011). *Formaldehyde & Indoor Air Quality*. Microbac Laboratories, Inc. Tersedia di <<https://www.microbac.com/uploads/Technical%20Articles/pdf/Formaldehyde%20&%20Indoor%20Air%20Quality.pdf>> [26 Juli 2016].
- Godish, T., W.T. Davis, dan J.S. Fu. (2015). *Air Quality–Fifth Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Hammado, N. (2014). Pengaruh Rokok terhadap Kesehatan dan Pembentukan Karakter Manusia. *Prosiding Seminar Nasional*, [e-journal] 01(1): pp. 77–84. Tersedia di <<http://journal.uncp.ac.id/index.php/proceeding/article/view/226/215>> [3 Januari 2017].
- Haris, A., M. Ikhsan, dan R. Rogayah. (2012). Asap Rokok sebagai Bahan Pencemar dalam Ruangan. *Cermin Dunia Kedokteran Edisi 189*, [e-journal] 39 (1): pp. 17-20. Tersedia di <http://www.kalbed.com/Portals/6/07_189Asap%20Rokok%20sebagai%20Bahan%20Pencemar%20dalam%20Ruangan.pdf> [22 Desember 2016].
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2013). *Perkembangan Jumlah Unit Usaha Industri Besar dan Sedang Indonesia*. Tersedia di <http://www.kemenperin.go.id/statistik/ibs_indikator.php?indikator=1> [24 Juli 2016].
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. Jakarta: Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia
- Kjaergaard, S., Pedersen O.F., dan Mølhav, L. (1992). Sensitivity of the Eyes to Airborne Irritant Stimuli: Influence of Individual Characteristics. *Arch Environ Health 1992 Jan-Feb*, [e-journal] 47(1): pp. 45–50. Tersedia di <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1540002>> [3 Januari 2017].
- Lestari, F. (2009). *Bahaya Kimia - Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*. Jakarta: EGC.
- Lestari, W. (2013). Status Faal Paru Pekerja Terpapar Uap Formaldehid di Pabrik Formalin di Probolinggo. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Mukono, J. (2008). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Naria, E. (2004). Resiko Pemajanan Formaldehid Sebagai Bahan Pengawet Tekstil di Lingkungan Kerja. *Lecture Papers*. Bagian Kesehatan Lingkungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Pohan, R.A. (2006). Pengukuran Kadar Gas Formaldehid dalam Ruangan dan Keluhan Iritasi pada Pekerja di Toko Tekstil Kawasan Pasar Ikan Lama Medan Tahun 2006. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Pujiyanti, A. (2004). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Konjungtivitis pada Pekerja Pengelasan Listrik di Bengkel Radas Jaya Semarang. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.
- Raharyaningsih, M.A. (2016). Kadar Formaldehid Udara Ruangan, Kejadian Iritasi Mata dan Tenggorokan pada Pekerja di Unit Produksi PT. Arjuna Utama Kimia Surabaya. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Suma'mur. (1994). *Kesehatan Kerja*. Jakarta: Widya Medika.
- Quit Victoria. (2016). *Smoking and Your Eyes*. Fact Sheet. Tersedia di <<http://www.quit.org.au/downloads/resource/facts-evidence/smoking-and-your-eyes.pdf>> [4 Januari 2017].
- Ulfah, M., P. Rahayu, dan L.R. Dewi. (2013). Konsep Pengetahuan Lingkungan Green Chemistry pada Program Studi Pendidikan Biologi. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*. Semarang: Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Semarang.
- Weber, A., C. Jermini, dan E. Grandjean. (1976). Irritating Effects on Man of Air Pollution Due to Cigarette Smoke. *American Journal of Public Health July 1976*, [e-journal] 66 (7): pp. 672–676. Tersedia di <<http://ajph.aphapublications.org/doi/abs/10.2105/AJPH.66.7.672>> [4 Januari 2017].
- Work Safe BC. (2016). *Formaldehyde*. Workers Compensation Board of British Columbia. Tersedia di <https://www.worksafebc.com/en/health-safety/hazards-exposures/formaldehyde?_ga=1.31083517.358721498.1483353338> [3 Januari 2017].
- World Health Organization (WHO). (2002). *Concise International Chemical Assessment Document 40 - Formaldehyde*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Tersedia di <<http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad40.pdf>> [14 Oktober 2016].