

PERBEDAAN KADAR PM_{2,5} DI TEMPAT PEMBAKARAN BATU BATA DAN KEJADIAN SINDROMA MATA KERING

DIFFERENCE OF PM_{2,5} IN BRICK COMBUSTION AND DRY EYE SYNDROME

Nur Rohmawati, Retno Adriyani

Departemen Kesehatan Lingkungan

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga

E-mail: nungnung743@gmail.com

ABSTRACT

Brick combustion in Kaloran Village uses firewood and corncob as main fuel. Combustion using firewood and corncobs in burning bricks produce PM_{2,5} pollutants that can cause health problem including the eyes. Dry eye is a multifactorial disease of ocular surface in symptoms that include discomfort, visual disturbance and tear film instability with potential damage to the ocular surface. This study aims to describe PM_{2,5} levels in brick combustion and dry eye syndrome events in brick workers in Kaloran Village Ngronggot Nganjuk District in 2017. This research was an observational study with cross sectional design, conducted in May 2017, Using questionnaires, interviews and observations with a large sample of 42 respondents. The PM_{2,5} measurements use the Haz-Dust EPAM 5000 model for 30 minutes, which is performed three times a day at each point of location. Data collection on the incidence of dry eye syndrome was diagnosed using an OSDI questionnaire. All measurements of PM_{2,5} exceed the ambient air quality standard of government regulation number 41 of 1999 of (0.065 mg/m³) and There are three measurement result of PM_{2,5} that exceed the Threshold Limit No 13 of 2011 about Threshold Value of Physical Factors and Chemical Factors in the Work Environment. There are 71.6% workers experience dry eye syndrome. In the results of this study, PM_{2,5} levels are in place. The advantages and disadvantages of some places that exceed the Threshold Limit and there are workers who experience dry eye syndrome.

Keywords: *burning bricks, dry eye syndrome, level of PM_{2,5}*

ABSTRAK

Pembakaran batu bata di Desa Kaloran menggunakan kayu bakar dan tongkol jagung sebagai bahan bakar utama. Pembakaran menggunakan kayu bakar dan tongkol jagung dalam pembakaran batu bata menghasilkan polutan PM_{2,5} yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya mata. Mata kering adalah penyakit multifaktorial dari permukaan mata yang mengakibatkan gejala ketidaknyamanan, gangguan visual dan ketidakstabilan film air mata dengan potensi kerusakan pada permukaan mata. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kadar PM_{2,5} di tempat pembakaran batu bata dan kejadian sindroma mata kering pada pekerja batu bata di Desa Kaloran Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk tahun 2017. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancang bangun *cross sectional*, dilaksanakan pada bulan Mei 2017 menggunakan kuesioner, wawancara dan observasi dengan besar sampel 42 responden. Pengukuran PM_{2,5} menggunakan alat Haz-Dust model EPAM 5000 selama 30 menit, yang dilakukan sebanyak tiga kali dalam sehari. Pengambilan data mengenai kejadian sindroma mata kering didiagnosa menggunakan kuesioner OSDI. Seluruh hasil pengukuran PM_{2,5} melebihi baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 2011 sebesar (0,065 mg/m³) dan terdapat 3 hasil pengukuran PM_{2,5} yang melebihi Nilai Ambang Batas No 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik dan Faktor Kimia di Lingkungan Kerja. Terdapat 71,6% pekerja yang mengalami sindroma mata kering. Kesimpulan dalam penelitian ini, kadar PM_{2,5} di tempat pembakaran melebihi baku mutu udara ambien dan terdapat beberapa tempat yang melebihi NAB serta terdapat pekerja yang mengalami sindroma mata kering.

Kata kunci: kadar PM_{2,5}, pembakaran batu bata, sindroma mata kering

PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu kegiatan manusia yang dapat menimbulkan dampak negatif karena adanya polutan yang ditimbulkan akibat dari proses industri. Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan (Permen LH, 2010). Mukono (2008), menyebutkan bahwa pencemaran udara adalah terdapat tambahan bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang dapat mencapai jumlah tertentu sehingga dapat dihitung dan diukur oleh manusia dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup.

Zat pencemar udara utama berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*), ada 6 jenis, yaitu karbon monoksida (CO), oksida sulfur (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), partikulat, hidrokarbon (HC), dan oksida fotokimia, termasuk ozon (Dwiyatmo, 2007). Pencemaran udara dapat terjadi melalui 3 (tiga) proses, yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*), dan pembakaran (*combustion*), dari ketiga proses atrisi, penguapan dan pembakaran, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan (Mukono, 2010).

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan seperti industri, transportasi, perkantoran dan perumahan. Salah satu industri yang dapat mengakibatkan pencemaran udara adalah industri rumah tangga batu bata. Desa Kaloran merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk yang memiliki usaha industri batu bata atau genting terbanyak (BPS Kabupaten Nganjuk, 2016).

Industri rumah tangga batu bata merupakan tempat pemusatan pembuatan batu bata dalam satu kawasan yang dilengkapi dengan peralatan dan proses produksinya dikembangkan oleh pemilik industri. Pemilik industri juga melakukan pekerjaan pembuatan batu bata. Pekerja batu bata setiap hari bekerja mulai dari pagi hari hingga sore hari. Bahan baku pembuatan batu bata terdiri dari: tanah liat, air, dan pasir. Peralatan yang dibutuhkan dalam pembuatan batu bata terdiri dari cetakan batu bata berbentuk persegi panjang. Tahapan dalam proses pembuatan batu bata terdiri dari pengadukan bahan baku, pencetakan, pengeringan, perapihan dan pembakaran.

Pada tahap pembakaran batu bata, dibutuhkan ketersediaan batu bata mentah sebanyak 11.000–21.000 buah dan membutuhkan waktu \pm 24 jam. Saat pembakaran pekerja harus menunggu di tempat tersebut, untuk rutin memasukkan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan dalam pembakaran batu bata dapat berupa kayu bakar, tongkol jagung, kulit ari padi, maupun sisa gergaji kayu. Menurut EPA (2016) pembakaran biomassa dapat menghasilkan asap. Dengan partikel debu yang berada pada asap. *Partikulat matter* (PM) adalah partikel debu yang melayang di udara untuk jangka waktu yang lama atau partikel debu yang ditemukan di udara, termasuk debu, kotoran, jelaga dan asap. *Environmental Protection Agency* (EPA) mengelompokkan partikel debu berdasarkan ukurannya menjadi dua kategori yaitu partikel debu berukuran ≤ 10 mikrometer dan partikel debu berukuran $\leq 2,5$ mikrometer.

$PM_{2,5}$ adalah salah satu polutan yang berpotensi menyebabkan masalah kesehatan di sejumlah negara berkembang dan dapat menyebabkan pneumonia, gangguan sistem pernapasan, iritasi mata, alergi, *bronchitis* kronis (Istirokhatun, *et al.*, 2011). $PM_{2,5}$ merupakan suatu partikel debu yang memiliki ukuran diameter 2,5 μm atau disebut partikel udara halus yang pada umumnya dapat berasal dari sumber antropogenik seperti kendaraan bermotor, pembakaran biomassa, dan pembakaran bahan bakar (Mukhtar, *et al.*, 2011).

Asap pembakaran batu bata menghasilkan beberapa jenis polutan diantaranya adalah debu, CO, SO_2 , gas NO_2 . Gas polutan tersebut dapat menyebabkan masalah seperti gangguan pernapasan dan iritasi mata. Bahan bakar seperti kayu, batu bara, dan semua bahan yang berasal dari alam, ketika dibakar menghasilkan senyawa karbon, selain karbon dihasilkan juga arang, jelaga dan gas (NO_2 , SO_2 , O_3 , CO, HC, dan partikel debu) Gas tersebut dapat dihasilkan oleh proses pembakaran. Menurut Mukono (2008) efek berbahaya yang dapat ditimbulkan akibat paparan asap adalah keluhan iritasi pada mata yang ditandai dengan mata berair, mata merah, dan mata pedih.

Mata adalah organ fotosensitif yang kompleks dan berkembang lanjut yang memungkinkan untuk menganalisis dengan cermat tentang bentuk, intensitas cahaya dan warna yang dipantulkan objek. Mata merupakan bagian dari panca indra tubuh. Mata dibentuk untuk menerima rasangan berkas cahaya pada retina. Mata terbentuk dalam

struktur tengkorak yang melindunginya yaitu orbita (Vaughan, 2000). Mata memiliki ukuran yang sangat kecil dibandingkan dengan panca indra yang lain yang berada di tubuh, banyak penyakit yang dapat menyerang mata seperti katarak dan konjungtivitis.

Lapisan air mata (*tear film*) merupakan sumber penghasil air mata berfungsi menjaga kelembapan mata dan melapisi permukaan kornea dan konjungtiva, apabila mengalami proses iritasi pada mata dan berlangsung secara kronis akan menyebabkan lapisan air mata rusak yaitu pada lapisan lipid. Lapisan lipid sendiri berfungsi untuk mencegah penguapan air mata dari lapisan akuos. Akibat kerusakan lapisan lipid pada permukaan okular mata mengakibatkan penguapan air mata keluar secara berlebihan, sehingga produksi air mata menjadi tidak seimbang antara penguapan dengan yang diproduksi, kejadian tersebut disebut dengan sindroma mata kering. Mata kering adalah penyakit multifaktorial dari air mata dan permukaan mata yang menghasilkan gejala ketidaknyamanan, gangguan penglihatan, dan ketidakstabilan air mata dan berpotensi terjadi kerusakan pada permukaan mata, serta disertai dengan peningkatan osmolaritas air mata dan peradangan pada permukaan mata (Lemp dan Foulks, 2008).

Gejala mata kering di antaranya mata merah, terasa perih, terasa berpasir, penglihatan terganggu, penglihatan kabur, mata terasa lelah. Bila hal tersebut berlangsung lama dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan air bagian dalam yaitu musin. Jika lapisan musin mengalami kerusakan maka dapat menyebabkan kerusakan kornea mata dan terjadi inflamasi sehingga penderita akan mengalami kebutaan (Mukono, 2010).

Pekerja pembakaran batu bata merupakan masyarakat yang memiliki risiko mengalami sindroma mata kering karena terpajan asap pembakaran batu bata di tempat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kadar $PM_{2,5}$ di tempat pembakaran batu bata dan kejadian sindroma mata kering pada pekerja batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

METODE

Jenis penelitian ini adalah observasional dengan rancang bangun *cross sectional*, karena pengukuran pajanan $PM_{2,5}$ dan diagnosa sindroma mata kering dilakukan pada waktu yang bersamaan. Populasi penelitian ini adalah 73 pekerja batu bata. Besar sampel penelitian sebanyak 42 pekerja batu bata,

dihitung menggunakan rumus *Lemeshow*. Cara penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan *simple random sampling*, semua anggota populasi memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi responden penelitian. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah berjenis kelamin laki-laki, memiliki usia 20–65 tahun, bekerja di industri rumah tangga batu bata, tidak sedang mengalami penyakit diabetes dan bersedia bekerja sama dalam penelitian. Syarat eksklusi dalam penelitian ini yaitu sedang mengalami trauma pada mata saat dilakukan penelitian.

Cara pengumpulan data primer sampel udara dengan parameter $PM_{2,5}$ dilakukan dengan menggunakan alat Haz-Dust model EPAM-5000 selama 30 menit pada saat proses pembakaran batu bata berlangsung. Pengukuran dilaksanakan pada setiap dusun yang berada di Desa Kaloran. Desa Kaloran terdiri dari empat dusun diantaranya: Dusun Kaloran, Dusun Nanggung, Dusun Barengan dan Dusun Bulakmiri. Pada setiap dusun diambil 1 titik lokasi pembakaran. Pada setiap lokasi pembakaran dilakukan tiga kali pengukuran yaitu pada pagi, sore dan malam hari.

Pengambilan data primer berupa umur pekerja dan kejadian sindroma mata kering. Diawali dengan memberikan penjelasan dan tujuan peneliti kepada subjek penelitian, yaitu pekerja batu bata. Apabila pekerja batu bata setuju dan tidak berkeberatan berpartisipasi, pekerja batu bata terpilih menandatangani pernyataan persetujuan. Penelitian ini sudah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian FKM UNAIR dengan sertifikat kaji etik No. 191-KEPK. Wawancara dengan menggunakan kuesioner terstandar *Ocular Surface Diseases Index* (OSDI) dibacakan oleh peneliti untuk mendiagnosa kejadian sindroma mata kering pada pekerja batu bata. Kuesioner OSDI dapat digunakan untuk mendiagnosa kejadian sindroma mata kering secara subjektif berdasarkan pada keluhan yang diderita oleh subjek penelitian.

HASIL

Gambaran Umum Daerah Penelitian

Desa Kaloran merupakan salah satu desa yang menjadi sentra industri rumah tangga batu bata dan genting yang berada di Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Desa Kaloran dibatasi oleh beberapa desa. Berbatasan dengan Desa Sambiroto di sebelah utara, di sebelah barat berbatasan dengan

Desa Tanjunganom, di sisi selatan berbatasan dengan Desa Betet, sedangkan di sisi timur berbatasan dengan Desa Kalianyar.

Proses pembuatan batu bata di Desa Kaloran masih menggunakan cara tradisional. Proses pembuatannya melalui beberapa tahap seperti: pengolahan bahan baku, pencetakan, pengeringan, perapihan, pembakaran serta pembongkaran. Pada tahap pertama pengolahan bahan baku batu bata yang berupa tanah liat, pasir, dan air. Pengadukan dapat dilakukan secara manual dengan menggunakan kaki atau dengan menggunakan bantuan traktor. Proses selanjutnya adalah mencetak batu bata. Pencetakan batu bata dilakukan di lahan pekarangan rumah yang berupa tanah, sehingga sebelum melakukan pencetakan batu bata, pekerja batu bata memberikan taburan abu sisa pembakaran batu bata agar hasil cetakan batu bata yang baru tidak lengket dengan permukaan tanah. Mencetak batu bata menggunakan alat cetak batu bata, yang dilakukan secara manual. Pencetakan dilakukan pada pagi hari pukul 05.30–10.00 WIB. Tahap selanjutnya yaitu dilakukan pengeringan dengan bantuan sinar matahari. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan adalah 1–2 hari untuk mengeringkan pada musim kemarau, dan 4–5 hari pada musim hujan. Sore hari sekitar pukul 15.00–16.30 WIB, dilakukan perapihan pada sisi-sisi batu bata. Tahap selanjutnya dalam proses pembuatan batu bata adalah pembakaran. Pembakaran dilakukan jika ketersediaan batu bata kering telah mencukupi, yaitu tersedia sekitar 11.000–21.000 batu bata kering. Pembakaran dilakukan pada bangunan semi permanen yang memiliki ketinggian tiang sekitar 3–4,5m dari permukaan tanah. salah satu sisinya diberi lubang, sebagai tempat keluar masuknya batu bata yang akan dibakar. Pada bagian bawah, dinding diberikan lubang sebagai tempat bahan bakar batu bata. Pekerja batu bata menggunakan

kayu bakar, tongkol jagung, dan sekam padi sebagai bahan bakar. Pekerja pengrajin batu bata banyak yang menggunakan bahan bakar tersebut agar menghasilkan batu bata yang kuat (tidak mudah retak) dan juga mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran. Pembakaran membutuhkan waktu 18–30 jam dimana pada saat pembakaran, pekerja harus rutin memasukkan bahan bakar ke dalam lubang. Mayoritas tempat pembakaran yang berada di Desa Kaloran tidak memiliki cerobong asap, sehingga pada saat awal dimulai pembakaran dihasilkan asap tebal hasil pembakaran yang berpotensi mengganggu kualitas udara ambien lingkungan sekitarnya. Setelah selesai pembakaran, tahap selanjutnya adalah menunggu batu bata benar-benar dingin yang membutuhkan waktu \pm 2 hari, setelah itu baru dilakukan pembongkaran batu bata.

Hasil Kadar PM_{2,5} di Tempat Pembakaran Batu Bata

Pengukuran PM_{2,5} dilakukan di 4 (empat) tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran. Hasil pengukuran tiap tempat pembakaran batu bata didapatkan hasil minimum, maksimum dan rata-rata PM_{2,5} yang dilakukan selama 30 menit.

Hasil pengukuran sebagaimana yang terjadi pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang fluktuatif. Kadar minimum PM_{2,5} di Dusun Kaloran tercatat pada saat pengukuran kedua yang dilakukan pada sore hari sebesar 0,001 mg/m³. Pengukuran PM_{2,5} di Dusun Nanggungungan tercatat kadar minimum PM_{2,5} pada saat malam hari sebesar 0,093 mg/m³, sedangkan kadar minimum PM_{2,5} di Dusun Barengan sebesar 0,005 mg/m³ tercatat pada pengukuran kedua, dan pada Dusun Bulakmiri kadar minimum PM_{2,5} sebesar 0,085 mg/m³ yang tercatat

Tabel 1. Hasil Pengukuran PM_{2,5} di Tempat Pembakaran Batu Bata Desa Kaloran Kabupaten Nganjuk Tahun 2017

Nama Dusun	Hasil pengukuran PM _{2,5}					
	1 (Pagi)		2 (Sore)		3 (Malam)	
	mg/m ³		mg/m ³		mg/m ³	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Dusun Kaloran	16,366	1,798	30,001	0,001	4,234	0,127
Dusun Nanggungungan	29,961	8,589	2,861	0,187	5,171	0,093
Dusun Barengan	4,660	0,150	2,380	0,005	1,590	0,124
Dusun Bulakmiri	8,939	0,092	8,360	0,137	7,158	0,085

pada pengukuran ketiga yang dilakukan pada malam hari.

Kadar PM_{2,5} maksimum di Dusun Kaloran tercatat pada saat pengukuran kedua yaitu yang dilakukan pada sore hari sebesar 30,001 mg/m³. Kadar maksimum pengukuran PM_{2,5} di Dusun Nanggunguan tercatat pada saat pengukuran di pagi hari sebesar 29,961 mg/m³, sedangkan kadar maksimum PM_{2,5} di Dusun Barengan sebesar 4,660 mg/m³ yang tercatat pada pengukuran pertama yang dilakukan pada pagi hari, dan pada Dusun Bulakmiri kadar pengukuran maksimum sebesar 8,939 mg/m³ yang tercatat pada pengukuran ketiga yang dilakukan pada malam hari.

Pada Tabel 2 Hasil rata-rata pengukuran PM_{2,5} pada setiap dusun, dapat terlihat bahwa Dusun Nanggunguan memiliki rata-rata terbesar di antara keempat dusun yang berada di Desa Kaloran yaitu sebesar 7,953 mg/m³.

Hasil rata-rata pengukuran kadar PM_{2,5} dalam satu hari di tempat pembakaran batu bata di ke-empat dusun Desa Kaloran melebihi baku mutu udara ambien yang dipersyaratkan dalam PP RI Nomor 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara yaitu 0,065 mg/m³ dan melebihi standar baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan oleh US-EPA yaitu 0,035 mg/m³.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata pengukuran kadar PM_{2,5} di tempat pembakaran batu bata ada yang melebihi NAB yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik dan Faktor Kimia di Lingkungan Kerja. Nilai Ambang Batas PM_{2,5} berdasarkan peraturan tersebut adalah sebesar 3 mg/m³.

Distribusi Usia Pekerja Batu Bata

Dari hasil penelitian didapatkan distribusi usia pekerja batu bata, sebagaimana disajikan dalam Tabel 3. Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa mayoritas pekerja pengrajin batu bata berusia di antara 43–65 tahun.

Tabel 3. Distribusi Usia Pekerja Batu Bata di Desa Kaloran Kabupaten Nganjuk Tahun 2017

Usia Pekerja (Tahun)	Responden	
	n	%
20–42	14	33,3
43–65	28	66,7
Total	42	100,0

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Pengukuran PM_{2,5} di Tempat Pembakaran Batu Bata di Desa Kaloran, Kabupaten Nganjuk Tahun 2017 dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien

Tempat Pembakaran Batu Bata	Waktu	Rata-Rata (Mg/M ³)	Rata-Rata (Mg/M ³) Pada Setiap Dusun	Keterangan
Dusun Kaloran	1 08.24–08.54	7,895	5,538	Melebihi baku mutu*1,2
	2 16.08–16.38	8,080		Melebihi baku mutu*1,2
	3 18.01–18.31	0,640		Melebihi baku mutu*1,2
Dusun Nanggunguan	1 09.05–09.35	22,072	7,953	Melebihi baku mutu*1,2
	2 16.57–17.27	0,522		Melebihi baku mutu*1,2
	3 18.44–19.14	1,265		Melebihi baku mutu*1,2
Dusun Barengan	1 07.29–07.59	0,444	1,509	Melebihi baku mutu*1,2
	2 15.09–15.39	0,514		Melebihi baku mutu*1,2
	3 18.04–18.34	0,551		Melebihi baku mutu*1,2
Dusun Bulakmiri	1 08.24–08.54	0,814	2,497	Melebihi baku mutu*1,2
	2 15.53–16.24	0,689		Melebihi baku mutu*1,2
	3 18.45–19.15	0,994		Melebihi baku mutu*1,2

*Keterangan:

Baku Mutu Udara Ambien

1. PP RI No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, batas maksimum PM_{2,5} adalah 0,065 mg/m³
2. US-EPA dalam tabel NAAQS tentang standar mutu udara ambien, batas maksimum adalah 35µm/m³ (0,035 mg/m³)

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Pengukuran PM_{2,5} di Tempat Pembakaran Batu Bata di Desa Kaloran, Kabupaten Nganjuk Tahun 2017 Dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas

Tempat pembakaran Batu Bata	Waktu	Rata-Rata (mg/m ³)	Rata-Rata (mg/m ³) Pada Setiap Dusun	Keterangan
Dusun Kaloran	1	08.24–08.54	7,895	Melebihi NAB * ¹
	2	16.08–16.38	8,080	Melebihi NAB* ¹
	3	18.01–18.31	0,640	Memenuhi NAB
Dusun Nanggung	1	09.05–09.35	22,072	Melebihi NAB * ¹
	2	16.57–17.27	0,522	Memenuhi NAB
	3	18.44–19.14	1,265	Memenuhi NAB
Dusun Barengan	1	07.29–07.59	0,444	Memenuhi NAB
	2	15.09–15.39	0,514	Memenuhi NAB
	3	18.04–18.34	0,551	Memenuhi NAB
Dusun Bulakmiri	1	08.24–08.54	0,814	Memenuhi NAB
	2	15.53–16.24	0,689	Memenuhi NAB
	3	18.45–19.15	0,994	Memenuhi NAB

*Keterangan:

1. Permenakertrans No. 31 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik dan Faktor Kimia di Lingkungan Kerja batas Maksimum PM_{2,5} adalah sebesar 3 mg/m³

Distribusi Riwayat Penyakit Pekerja Batu Bata

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa distribusi riwayat penyakit pada pekerja batu bata dapat diketahui dari 42 pekerja batu bata 45,2% pekerja banyak yang memiliki riwayat penyakit penglihatan berwarna kuning dan berganda serta dalam kondisi sehat.

Kejadian Sindroma Mata Kering

Pemeriksaan mata kering secara subjektif menggunakan kuesioner terstandar *Ocular Surface diseases Index* (OSDI). Kuesioner OSDI merupakan salah satu cara untuk mendiagnosa seseorang mengalami sindroma mata kering atau

Tabel 4. Distribusi Riwayat Penyakit Pekerja Batu Bata di Desa Kaloran, Kabupaten Nganjuk Tahun 2017

Riwayat Penyakit	Responden	
	n	%
Penglihatan berwarna kuning dan berganda	19	45,2
Penglihatan berwarna kuning, penglihatan berganda dan alergi	4	9,5
Sehat	19	45,2
Total	42	100,0

tidak. Kuesioner tersebut berisikan 12 pertanyaan mengenai gejala mata kering. Penilaian sindroma mata kering mulai dari skor 0–100 dan terbagi menjadi 4 kategori yaitu normal, apabila jumlah skor 0–12, ringan, jika jumlah skor 13–22, sedang, jika jumlah skor 23–32, berat, jika jumlah skor 33–100.

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa pekerja batu bata mayoritas mengalami mata kering ringan sebanyak 24 pekerja batu bata (57,1%). Pekerja yang terdiagnosa mengalami sindroma mata kering sebanyak 30 pekerja.

Dari tabel 6 dapat diketahui bahwa pekerja batu bata yang berusia 43–65 tahun 52,4% mengalami sindroma mata kering.

Tabel 5. Distribusi Pekerja Batu Bata yang Mengalami Sindroma Mata Kering Berdasarkan Kuesioner OSDI di Desa Kaloran, Kabupaten Nganjuk, Tahun 2017

Gejala Mata Kering	Responden	
	n	%
Normal	12	28,6
Ringan	24	57,1
Sedang	5	11,9
Berat	1	2,4
Total	42	100,0

Tabel 6. Tabulasi Silang antara Usia dengan Kejadian Sindroma Mata Kering pada Pekerja Pengrajin Batu Bata di Desa Kaloran Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk Tahun 2017

Gejala mata kering	Kategori umur (Tahun)				Total	
	20-42		43-65		N	%
	n	%	n	%		
Normal	6	14,3	6	14,3	12	28,6
Sindroma mata kering	8	19,0	22	52,4	30	71,4
Total	14	33,3	28	66,7	42	100,0

PEMBAHASAN

Kadar $PM_{2,5}$ di tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran sangat fluktuatif sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2. Kadar maksimal yang terukur semuanya melampaui baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan kecepatan angin, suhu dan kelembapan, serta penguapan air dari batu bata pada saat pengukuran dilakukan.

Dusun Kaloran merupakan salah satu dusun yang banyak memiliki industri rumah tangga batu bata. Mayoritas tempat pembakaran di Dusun Kaloran berkapasitas besar. Kapasitas pembakaran yang besar, membutuhkan banyak bahan bakar untuk membakar batu bata. Bahan bakar yang digunakan seperti: kayu bakar, tongkol jagung, sisa gergaji kayu, dan kulit ari padi. Pada saat pengukuran di tempat pembakaran, pekerja menggunakan bahan bakar, kayu bakar dan tongkol jagung yang masih belum dalam keadaan kering. tongkol jagung yang masih belum kering menyebabkan asap yang dihasilkan semakin banyak. Menurut Vest (2003), proses pembakaran menggunakan tongkol jagung menyebabkan asap dan debu berukuran $2,5 \mu m$ lebih banyak, terutama jika penggunaan tongkol jagung yang tidak benar-benar kering. Tongkol jagung merupakan salah satu limbah hasil pertanian. Pembakaran yang dilakukan tanpa melalui proses karbonisasi, memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan tersebut antara lain sifat-sifat penyalaan dan pembakarannya meningkatkan asap hasil pembakaran, serta memiliki nilai panas yang rendah, dalam kondisi basah tidak stabil.

Dusun Nanggung juga merupakan dusun yang banyak memiliki industri rumah tangga batu bata. Lokasi yang menjadi tempat pengukuran kadar $PM_{2,5}$ pada saat pengukuran pertama pengrajin baru memulai pembakaran batu bata yang berguna untuk

mengeluarkan kadar air batu bata, sehingga asap yang dihasilkan pada saat pengukuran sangat banyak. Pada saat pengukuran pertama, tepat pembakaran batu bata baru memulai proses pembakaran batu bata. pada awal pembakaran kadar air batu bata masih tinggi, sehingga asap yang dihasilkan sangat banyak ($29,961 mg/m^3$).

Selain itu kondisi tempat pembakaran yang berdekatan dengan rumah penduduk dan dikelilingi oleh dinding rumah penduduk sehingga asap pembakaran berkumpul dan susah terdilusi di udara bebas. Pada saat pengukuran kedua terjadi penurunan, karena kadar air dari batu bata telah berkurang sehingga tidak banyak menghasilkan asap. Pada pengukuran ketiga terjadi peningkatan kadar $PM_{2,5}$ dikarenakan aktivitas pekerja memasukkan bahan bakar berupa tongkol jagung kering.

Pada pengukuran di Dusun Barendan dilakukan, cuaca pada saat pengukuran mendung dan cenderung tidak berangin. Terlihat peningkatan di setiap pengukuran tabel 1. Tempat pembakaran memiliki tiang penyangga yang cukup tinggi, dan beratapkan asbes, kondisi asbes pada saat pengukuran dalam keadaan berlubang dikarenakan terlalu sering terpapar oleh panas dari pembakaran batu bata. bahan bakar yang digunakan untuk membakar batu bata saat pengukuran adalah kayu, sedangkan pada sore hari pekerja batu bata menambahkan tongkol jagung kering.

Pada pengukuran di Dusun Bulakmiri, lokasi tempat pembakaran terletak di samping rumah pekerja batu bata, memiliki ukuran tiang yang rendah, atap tertutup, lokasi berada di lahan yang berdebu. Menurut Torrecelli (2011) sumber utama polusi udara dapat berasal dari pembakaran, kendaraan bermotor, kegiatan industri, dan kebakaran hutan. Polutan yang menyebabkan masalah kesehatan diantaranya partikulat (PM), CO, O₃, NO₂, dan dioxin-sulfur. Pengukuran kadar

$PM_{2,5}$ di tempat pembakaran dilakukan pada setiap dusun yang berada di Desa Kaloran menunjukkan hasil yang berbeda. Pengukuran dilakukan pada saat aktivitas pembakaran berlangsung. Pada saat pengukuran di hari pertama, terjadi peningkatan kadar $PM_{2,5}$.

Polusi udara dapat berasal dari berbagai sumber seperti pabrik pembangkit listrik, transportasi, gunung berapi, dan sumber alami yang dapat berasal dari debu yang tertiuangin. Sumber polusi udara tersebut dapat menghasilkan polutan yang terdiri dari karbon dioksida, ozon, Pb, Nitrogen Dioxide (NO_2), Partikulat Matter (PM) dan Sulfur Dioxide (SO_2). Keenam polutan tersebut dapat membahayakan lingkungan sekitar, dan juga dapat menyebabkan kerusakan bangunan (EPA, 2016). PM atau yang sering disebut dengan polusi partikel adalah partikel halus dan tetesan cairan yang masuk ke udara (EPA, 2017). PM merupakan singkatan dari partikulat/polusi partikel yang merupakan campuran partikel padat dan tetesan cairan yang ditemukan di udara (DEP, 2017).

Menurut Augustine (2012), gangguan kesehatan akibat asap yang terkandung $PM_{2,5}$ dapat menyebabkan inflamasi pada permukaan mata, dan iritasi mata. Untuk mencegah tingginya kadar $PM_{2,5}$ di tempat pembakaran, pengrajin batu bata, sebaiknya membuat tempat pembakaran batu bata di halaman belakang rumah yang luas, dimana sekelilingnya jarang terdapat rumah penduduk, serta membuat tempat pembakaran yang semi permanen dengan penyangga tiang yang tinggi. Selain itu pekerja batu bata menggunakan bahan bakar yang kering jika memungkinkan untuk menggunakan yang kering.

Mayoritas pekerja batu bata masuk dalam rentan usia 43–65 tahun. Menurut Asyari (2007) tenaga kerja yang berusia diatas 65 tahun akan mengalami *dry eye*, 75% baik laki-laki maupun perempuan. Menurut Ilyas (2004), keluhan mata dapat diakibatkan oleh karena orang sudah berusia lanjut, kelelahan mata dan gejala awal adanya benda asing masuk ke kornea mata.

Mata kering adalah penyakit multifaktorial dari air mata dan permukaan okular yang berakibat pada gejala ketidaknyamanan, gangguan penglihatan, ketidakstabilan film air mata dengan potensi kerusakan pada permukaan okular (NEI, 2007). Air mata kering terjadi akibat adanya ketidakseimbangan produksi air mata dalam sistem aliran air mata. Terkadang produksi air mata yang dihasilkan tidak mengandung lemak yang cukup atau lendir. Hal ini

dapat menyebabkan terjadinya penguapan air mata yang cenderung cepat dan berlebihan. penguapan air mata yang berlebih dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor lingkungan yaitu seperti udara panas dan kering atau iklim kering, polusi udara, paparan berlebihan terhadap sinar matahari dan pendingin udara. Untuk orang tua, mata kering dapat dikaitkan dengan penuaan sebagai akibat dari produksi air mata yang cenderung menurun. Sejumlah kasus dapat dihubungkan dengan luka atau trauma dan asupan obat tertentu seperti, antihistamin, obat tekanan darah tinggi, dekogestan, diuretik, antidepresan, pil Kb dan pil tidur.

Menurut Oviani dan Meida (2013), penggunaan obat tertentu juga dapat memberikan efek terhadap sindroma mata kering yang diderita oleh individu, obat yang digunakan terutama obat sistemik. Menurut Lemp dan Foulks (2008), faktor risiko yang memperparah kondisi mata kering adalah penguapan air mata yang berlebih, kekurangan vitamin A, penggunaan kontak lensa, diabetes, lingkungan luar.

Berdasarkan hasil wawancara banyak pekerja yang merasakan kelelahan mata. Kelelahan mata terjadi akibat penggunaan fungsi penglihatan secara intensif sehingga memicu penurunan ketahanan penglihatan. Kelelahan mata dapat terjadi pada pekerja pembakar batu bata karena pekerja batu bata yang melakukan pembakaran harus terpapar oleh cahaya dan panas yang tinggi di tempat pembakaran. Pembakaran batu bata berlangsung 18–30 jam dimana pekerja harus tetap berada di tempat kerja tersebut untuk rutin memasukkan bahan bakar batu bata seperti kayu bakar dan tongkol jagung. Menurut James, *et al* (2005), hal tersebut diakibatkan oleh pembakaran kayu bakar dan tongkol jagung menghasilkan partikel kecil, abu dan debu $PM_{2,5}$ yang apabila mengenai mata akan menimbulkan keluhan mata, sehingga dapat menyebabkan mata pedih, mata berair dan mata merah.

Menurut Suma'mur (2009), umumnya dalam satu hari seseorang yang bekerja dengan baik sekitar 6–10 jam, jika bekerja sehari lebih dari 8 jam maka semakin lama seseorang bekerja maka akan semakin banyak orang tersebut terpapar polutan yang ditimbulkan dari lingkungan kerja. Menurut Ilyas (2004) Ketika seseorang terlalu lama kontak dengan udara mengandung polutan dapat menimbulkan alergi pada mata. Reaksi mata yang terkena benda asing atau polutan, maka akan terasa pedih kemudian mengeluarkan air mata sebagai cara pembersihan bahan asing tersebut.

Terjadinya kelelahan mata disertai dengan terjadinya iritasi pada mata, penglihatan terganggu, penglihatan ganda dan sakit kepala, sehingga diperlukan penggunaan kaca mata pengaman (*safety glasses*). Menurut Setiawan (2016) kelelahan mata adalah ketegangan pada mata akibat dari penggunaan indera penglihatan dalam jangka waktu yang lama dan umumnya disertai dengan kondisi mata yang tidak nyaman. Semakin lama pekerja terpapar oleh bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja, seperti paparan debu dan asap secara terus menerus dapat mengakibatkan iritasi mata. Iritasi mata ditandai dengan adanya mata pedih, mata berair dan mata merah merupakan dampak dari paparan yang dapat dirasakan oleh manusia dalam jangka panjang maupun jangka pendek (Mukono, 2008).

SIMPULAN

Rata-rata pengukuran kadar debu $PM_{2,5}$ di tempat pembakaran batu bata melebihi baku mutu udara ambien dan terdapat tiga pengukuran yang melebihi Nilai Ambang Batas yang ditetapkan Permenakertrans No. 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. Pekerja batu bata banyak yang mengalami sindroma mata kering (71,4%).

DAFTAR PUSTAKA

- Augustine, R., Setyandriana, Y., 2012. Hubungan Paparan Asap Pembakaran terhadap Sindrom Mata Kering. *Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*.
- Badan Pusat Statistik., 2016. *Kecamatan Ngronggot dalam Angka 2016*. Nganjuk: Badan Pusat Statistik.
- DEP., 2017. *Air quality definitions*. <http://www.dep.wv.gov/daq/General/Pages/AirQualityDefinitions.aspx>.
- EPA., 2016. *Air Quality Planning and Standards*. <https://www3.epa.gov/airquality/cleanair.html> 12 Mei 2017.
- EPA., 2016. *Criteria Air Pollutants*. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>.
- EPA., 2017. *Criteria Air pollutant*. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>. 12 Mei 2017.
- EPA., 2017. *Particulate Matter (PM) Pollution*. <https://www.epa.gov/pm-pollution> 12 Mei.
- Ilyas, S., 2004. *Ilmu Penyakit Mata*. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
- Istirokhatun, T., Wardhan, I.W., and Primelya, A., 2011. Analisa Pengaruh Kelembaban Kayu terhadap Konsentrasi $PM_{2,5}$ dalam Dapur Berbahan Bakar Kayu Skala Replikasi dan Rumah Tangga. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 8(1), pp. 8-13.
- James, Bruce., 2005. *Lecture Notes Oftamologi*. Edisi 9. Jakarta: Erlangga.
- Lemp, Michael., Foulks, Gary., 2008. *The Definition & Classification of Dry Eye Disease*. Tersedia di www.tearfilm.org/pdfs/OM%20%20Definition%20%26%20Classification.pdf [15 Januari 2017].
- Mukhtar, R., Panjaitan, E.H., Wahyudi, H., Santoso, M., and Kurniawati, S., 2013. Komponen Kimia $PM_{2,5}$ dan PM_{10} di Udara Ambien di Serpong-Tangerang. *Jurnal Ecolab*, 7(1), pp. 1-7.
- Mukono., 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: Airlangga University.
- Mukono, J., 2010. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University.
- National Eye Institute (NEI)., 2013. *Dry eye. Departement of Health & Human Service*. Tersedia di www.nei.nih.gov.
- Oviani, Rhisa., Meida, Shani, N., 2013. Pengaruh Pemakaian Obat Sistemik dalam Jangka Panjang terhadap Sindroma Mata Kering (*Dry eye*). *Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Yogyakarta* Tersedia di thesis.umsu.ac.id/datapublik/t35428.pdf.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 13 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisik dan Faktor Kimia di Lingkungan Kerja. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

- Schiffman RM., Christon MD., Jacobsen, G., Hirsch, JD., Reis BL., 2000. Realibility and Validity of the Ocular Surface Disease Index. *Arch Ophthalmol*. 118: pp. 615–621 Tersedia di <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10815152> [diakses tanggal 15 Mei 2017].
- Setiawan, D., 2016. Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Mata pada Juru Las di PT. X. *Disertasi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Suma'mur., 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: Sagung Seto.
- Torricelli, AM., Novaes, P., Matsuda, M., Alves, MR., Monteiro, ML., 2011. Ocular Surface Adverse Effects Of Ambient Levels Of Air Pollution. *Arq Bras Oftamol*, 74(5): P 377-382 Tersedia di <http://www.scielo.br/pdf/abo/v74n5/v74n5a16.pdf> [15 Januari 2017].
- Vaughan, DG., 2000. *Oftamologi Umum*. Edisi 14, Jakarta: Widya Medika.
- Vest, H., 2003. *Small Scale Briquetting and Carbonisation of Organic Residues for Fuel, Infogate, Eschborn*. German: Eschborn.