

Risiko Paparan Debu/Particulate Matter (PM_{2.5}) Terhadap Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus: Tempat Pembuatan Batu Bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Nganjuk)

Dzahabiyah Dwi Putri Ridayanti

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya; dzahabiyahdpr@gmail.com

Khambali

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya; khambali2014@gmail.com (koresponden)

Hadi Suryono

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya; hadisur@poltekkesdepkes-sby.ac.id

ABSTRACT

Firewood and corn cobs as the main fuel in the brick burning process can produce particulate matter (PM_{2.5}) pollutants which can pose a risk to the health of the surrounding community. The purpose of this study was to analyze the risk of exposure to dust/PM_{2.5} on the health of the community around the brick-making site of Kaloran Village, Ngronggot District, Nganjuk Regency. This type of research is descriptive using a cross-sectional design with Environmental Health Risk Analysis (ARKL) studies. The sampling technique was purposive sampling based on certain characteristics, with a sample size of 306 households. Air sampling was carried out at 4 locations where the bricks were burned. Data collection techniques were carried out by means of interviews, measurements, and observations. The data analysis method was a risk analysis to determine the characterization of risk in the community which is said to be "safe" if the RQ value is 1, and is said to be "unsafe" if the RQ value is >1. The results showed that the concentration at the four location points exceeded the NAV of 0.065 mg/m³. The calculation of ARKL uses the minimum and maximum values of PM_{2.5} concentration measurements at the four location points with a reference concentration value (RfC) of 0.018 mg/kg/day. RQ value for each resident for a minimum concentration of RQ <1 and a maximum concentration of RQ >1. So that the level of risk of PM_{2.5} exposure to residents is not safe at the maximum PM_{2.5} concentration, while the acceptable safe limit is at the minimum PM_{2.5} concentration.

Keywords: ARKL; brick; PM_{2.5}

ABSTRAK

Kayu bakar dan tongkol jagung sebagai bahan bakar utama pada proses pembakaran batu-bata dapat menghasilkan polutan *Particulate Matter* (PM_{2.5}) yang dapat berisiko pada kesehatan masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis besarnya risiko paparan debu/PM_{2.5} terhadap kesehatan masyarakat di sekitar tempat pembuatan batu-bata Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk. Jenis penelitian ini adalah deskriptif yang menggunakan desain *cross-sectional* dengan studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Teknik pengambilan sampel adalah *purposive sampling* berdasarkan karakteristik tertentu, dengan ukuran sampel = 306 kepala keluarga. Pengambilan sampel udara dilakukan di 4 titik lokasi pembakaran batu-bata. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pengukuran, dan observasi. Metode analisis data adalah analisis risiko untuk menentukan karakterisasi risiko pada masyarakat yang dikatakan "aman" apabila nilai RQ ≤ 1, dan dikatakan "tidak aman" apabila nilai RQ >1. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi pada keempat titik lokasi melebihi NAB yaitu 0,065 mg/m³. Penghitungan ARKL menggunakan nilai minimum dan maksimum pengukuran konsentrasi PM_{2.5} pada keempat titik lokasi dengan nilai konsentrasi referensi (RfC) sebesar 0,018 mg/kg/hari. Nilai RQ pada masing-masing warga untuk konsentrasi minimal RQ <1 dan konsentrasi maksimal RQ >1. Sehingga tingkat risiko paparan PM_{2.5} pada warga sudah tidak aman pada konsentrasi PM_{2.5} maksimum, sedangkan batas aman yang bisa diterima yaitu pada konsentrasi PM_{2.5} minimum.

Kata kunci: ARKL; batu bata; PM_{2.5}

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udara memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Udara sangat bermanfaat bagi pelestarian fungsi lingkungan hidup, sehingga udara perlu dipelihara, dijaga, dan dijamin mutunya melalui pengendalian pencemaran udara. Seiring dengan meningkatnya pembangunan pusat-pusat industri yang tidak diimbangi dengan tindakan pengendalian pencemaran udara, kualitas udara bersih telah mengalami perubahan komposisi pada gas-gas di atmosfer.

Pencemaran udara merupakan proses 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⁽¹⁾. Zat pencemar udara yang utama dapat bersumber dari kegiatan manusia seperti kegiatan industri

juga dari sektor transportasi, terdapat 5 kelompok pencemar udara primer, yaitu Sulfur oksida (SO_2), Nitrogen oksida (NO_2), Karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), dan Partikulat⁽²⁾. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan seperti perkantoran, transportasi, perumahan dan industri. 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 merah atau genting terbanyak⁽³⁾. Keberadaan industri batu bata ini dapat menghasilkan polutan pencemar udara salah satunya yaitu *Particulate Matter* (PM).

Partikulat matter (PM) adalah partikel debu yang melayang di udara dengan jangka waktu yang lama atau partikel debu yang ditemukan di udara, termasuk debu, kotoran, jelaga dan asap. *Particulate Matter* ($\text{PM}_{2.5}$) merupakan suatu partikel debu dengan ukuran diameter 2,5 μm atau disebut partikel udara halus yang umumnya dapat berasal dari sumber antropogenik seperti kendaraan bermotor, pembakaran biomassa, dan pembakaran bahan bakar⁽⁴⁾. Pembakaran biomassa dapat menghasilkan asap dengan partikel debu yang berada pada asap merupakan $\text{PM}_{2.5}$ ⁽⁵⁾. Paparan asap biomassa merupakan salah satu penyebab masalah kesehatan seperti ISPA pada anak, penyakit obstruksi kronis, asma dan kanker paru. Sejauh ini pembuatan batu bata di Desa Kaloran yang pada proses pembakarannya menggunakan bahan bakar dari tongkol jagung, kulit ari padi, kayu bakar dan sisa gergaji kayu yang dapat menghasilkan asap.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa ada hubungan antara *Particulate Matter* ($\text{PM}_{2.5}$) dengan gangguan fungsi pernafasan. Penelitian yang dilakukan pada pekerja di Industri Semen Citereup menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara gangguan fungsi paru dengan konsentrasi polutan *particulate matter* ($\text{PM}_{2.5}$) dengan proporsi sampel 50% mengalami restriktif dan 10,9% mengalami obstruktif⁽⁶⁾. Kemudian penelitian pada pedagang tetap di Kampung Rambutan juga menunjukkan risiko penurunan fungsi pernafasan akibat paparan *Particulate Matter* ($\text{PM}_{2.5}$) dalam pajanan *realife* dan *lifespan* 30 tahun⁽⁷⁾. Penelitian yang dilakukan pada kawasan masyarakat sekitar industri semen di Kecamatan Lubuk Kilangan juga menunjukkan $\text{RQ} > 1$ yang berarti adanya risiko kesehatan akibat pajanan *particulate matter* ($\text{PM}_{2.5}$) khususnya area dengan jarak 2,5 km dari sumber polutan⁽⁸⁾. Pada penelitian Rohmawati & Andriyani⁽⁹⁾ telah dilakukan pengukuran konsentrasi *particulate matter* ($\text{PM}_{2.5}$) pada tiap dusun di Desa Kaloran dengan hasil antara lain pada Dusun Kaloran konsentrasi *particulate matter* ($\text{PM}_{2.5}$) sebesar 5,538 mg/m^3 kemudian pada Dusun Nanggungun sebesar 7,953 mg/m^3 , Dusun Barengan sebesar 1,509 mg/m^3 dan Dusun Bulakmiri sebesar 2,497 mg/m^3 . Dari keempat dusun tersebut, semuanya melebihi baku mutu udara ambien yang diatur dalam PP RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu 0,065 mg/m^3 .

Hasil wawancara awal yang dilakukan pada tanggal 13 November 2020 kepada 20 orang warga yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata, 12 orang mengalami beberapa keluhan seperti sesak nafas, mata pedih, dan terkadang mengalami batuk. Masyarakat yang bertempat tinggal di kawasan pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk berisiko terhadap gangguan kesehatan yang disebabkan oleh polutan dari hasil pembakaran batu bata. Asap pembakaran batu bata menghasilkan beberapa jenis polutan diantaranya adalah debu, CO , SO_2 , gas NO_2 . Apabila masyarakat secara terus menerus terpapar oleh polutan hasil pembakaran batu bata khususnya *Particulate Matter* ($\text{PM}_{2.5}$), maka dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan. $\text{PM}_{2.5}$ merupakan salah satu polutan yang berpotensi menjadi penyebab masalah kesehatan di sejumlah negara berkembang dan dapat mengakibatkan penyakit pneumonia, gangguan sistem pernapasan, iritasi mata, alergi, bronchitis kronis⁽¹⁰⁾. Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar risiko paparan debu *Particulate Matter* ($\text{PM}_{2.5}$) pada masyarakat yang bermukim di sekitar area pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan suatu kejadian yang terjadi di masyarakat dalam bentuk numerik dan narasi⁽¹¹⁾. Penelitian ini menggunakan desain berdasarkan pelaksanaan waktu yaitu cross sectional dengan studi pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Lokasi penelitian yaitu pada tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk, sedangkan lokasi penelitian untuk pemeriksaan laboratorium yaitu Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Waktu pelaksanaan dilakukannya penelitian yaitu bulan Februari-Juni Tahun 2021.

Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata sebanyak 1297 KK. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang didasarkan atas karakteristik tertentu. Sampel pada penelitian ini berjumlah 306 KK. Sampel udara diambil pada 4 titik lokasi dengan masing-masing titik dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 kali yaitu waktu pagi hari, siang hari dan sore hari. Lokasi pengambilan sampel udara dilakukan pada 4 tempat pembakaran batu bata.

Variabel bebas dalam penelitian ini antara lain konsentrasi $\text{PM}_{2.5}$ di udara pada kawasan industri batu-bata, frekuensi pajanan (fE), waktu pajanan (tE), durasi pajanan (dt), laju inhalasi (R), kebiasaan memakai masker, kebiasaan merokok, RfC , asupan/ intake, suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin. Sedangkan variabel terikat

yaitu hasil nilai *RQ* pada warga sekitar tempat pembuatan batu bata. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pengukuran, dan observasi. Metode analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif yang bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian dan analisis risiko untuk mendapatkan nilai *RQ* sehingga dapat mengetahui tingkat risiko.

HASIL

Berdasarkan dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui hasil yaitu antara lain hasil pengukuran kualitas fisik udara, konsentrasi *Particulate Matter* ($PM_{2.5}$), identifikasi bahaya, analisis dosis respon, gangguan kesehatan masyarakat, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko.

Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Kecepatan dan Arah Angin

Berikut merupakan hasil pengukuran lingkungan fisik udara pada masing-masing tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin pada tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

No	Lokasi	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan angin (m/s)	Arah angin
1.	Dusun Bulak Miri	07.30	28,4	77,2	0,1-0,5	Dari selatan
		12.37	35,0	49,2	0,2-0,4	Dari utara
		15.45	33,8	55,5	0,2-0,4	Dari utara
2.	Dusun Barengan	07.35	27,1	84,5	0,1-0,2	Dari selatan
		12.15	33,7	50,2	0,1-0,4	Dari utara
		15.40	33,9	56,9	0,1-0,3	Dari utara
3.	Dusun Kaloran	08.10	29,0	76,6	0,1-0,2	Dari selatan
		12.50	34,5	44,2	0,1-0,5	Dari selatan
		16.15	33,7	55,5	0,1-0,2	Dari utara
4.	Dusun Nanggungan	08.45	32,6	63,3	0,1-0,4	Dari selatan
		12.05	32,9	61,5	0,2-0,6	Dari selatan
		15.05	33,4	55,3	0,2-0,4	Dari utara
Rata-rata			32,3	60,8	-	-
Nilai terendah			27,1	44,2	0,1	-
Nilai tertinggi			35,0	84,5	0,6	-

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui hasil pengukuran suhu udara pada tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk didapatkan rata-rata yaitu 32,3°C. Kemudian untuk hasil pengukuran kelembaban udara didapatkan hasil rata-rata 60,8. Untuk hasil kecepatan angin terendah yaitu 0,1 m/s dan kecepatan angin tertinggi yaitu 0,6 m/s. Arah angin pada saat pengambilan sampel berhembus dari arah Selatan dan Utara.

Pengukuran Konsentrasi Debu/*Particulate Matter* ($PM_{2.5}$)

Berikut ini merupakan hasil pengukuran kadar debu/*Particulate Matter* ($PM_{2.5}$) pada masing masing tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

Tabel 2. Hasil pengukuran konsentrasi debu/*particulate matter* ($pm_{2.5}$) pada tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

No.	Titik lokasi	Waktu pengambilan (WIB)	Kadar debu/ PM _{2,5} (mg/m ³)
1.	Dusun Bulak Miri	07.30	0,0857
		12.37	0,1357
		15.45	0,1500
Rata-rata keseluruhan			0,1238
2.	Dusun Barengan	07.35	0,0785
		12.15	0,0500
		15.40	0,1285
Rata-rata keseluruhan			0,0857
3.	Dusun Kaloran	08.10	0,0857
		12.50	0,0500
		16.15	0,1071
Rata-rata Keseluruhan			0,0809
4.	Dusun Nanggungan	08.45	0,0428
		12.05	0,1071
		15.05	0,1000
Rata-rata keseluruhan			0,0833

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui rata-rata hasil pengukuran kadar $PM_{2,5}$ pada masing-masing tempat pembakaran batu bata yaitu sebagai berikut : pada titik lokasi I di Dusun Bulak Miri yaitu sebesar $0,1238 \text{ mg/m}^3$, pada titik lokasi II di Dusun Barengan yaitu sebesar $0,0857 \text{ mg/m}^3$, pada titik lokasi III di Dusun Kaloran yaitu sebesar $0,0809 \text{ mg/m}^3$, dan pada titik lokasi IV di Dusun Nanggungan yaitu sebesar $0,0833 \text{ mg/m}^3$.

Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*) Paparan Debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$)

Berikut ini merupakan tabel identifikasi bahaya.

Tabel 3. Identifikasi bahaya *particulate matter* ($pm_{2,5}$) pada tempat pembakaran batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

Sumber	Media lingkungan potensial	Agen risiko	Titik lokasi	Konsentrasi terukur (mg/m^3)		
				Min	Rata-rata	Mak
Emisi pembakaran batu bata di Desa Kaloran Kecamatan Ngronggot Kabupaten Nganjuk dengan menggunakan bahan bakar kayu, tongkol jagung dan sekam padi.	Udara ambien	Debu / <i>Particulate matter</i> ($PM_{2,5}$)	Lokasi I	0,0857	0,1238	0,1500
			Lokasi II	0,0500	0,0857	0,1285
			Lokasi III	0,0500	0,0809	0,1071
			Lokasi IV	0,0428	0,0832	0,1071

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa yang dapat berisiko menjadi penyebab terganggunya kesehatan pada warga yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata yaitu *Particulate matter* ($PM_{2,5}$). *Particulate matter* ($PM_{2,5}$) ini diakibatkan karena adanya pembakaran batu bata yang menggunakan bahan bakar tongkol jagung dan sekam padi sehingga menghasilkan asap yang bercampur dengan udara ambien yang dapat mencemari udara di lokasi tersebut.

Analisis Dosis Respon (*Dose Response Assasment*) Paparan Debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$)

Berikut merupakan tabel analisis dosis respon.

Tabel 4. Nilai RfC dan tabel kritis *particulate matter* ($PM_{2,5}$)

No.	Agen risiko	Nilai RfC	Efek kritis
1.	<i>Particulate Matter</i> ($PM_{2,5}$)	0,018 mg/kg/hari	Gangguan sistem pernapasan dan kanker paru

Sumber: Falahtina (2017)

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa agen yang dapat berisiko menjadi penyebab terganggunya kesehatan pada masyarakat yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk yaitu *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$). Nilai RfC untuk paparan debu/ $PM_{2,5}$ yaitu $0,018 \text{ mg/kg/hari}$ dengan efek kritis yaitu gangguan sistem pernapasan dan kanker paru.

Tabel 5. Presentase keluhan gangguan kesehatan pada warga yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk tahun 2021

No.	Keluhan gangguan kesehatan	N	Persentase
1.	Sesak napas	153	25,1
2.	Batuk-batuk	187	30,6
3.	Iritasi mata	214	35,1
4.	Alergi	56	9,2
Total		610	100

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa terdapat gangguan kesehatan yang dirasakan oleh warga yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk yaitu antara lain sebanyak 153 orang (25,1%) mengalami sesak napas, sebanyak 187 orang (30,6%) sering batuk-batuk, sebanyak 214 (35%) mengalami iritasi mata dan 56 orang (9,2) mengalami alergi debu.

Analisis Paparan (*Exposure Assesment*) Paparan Debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$)

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan nilai asupan (*intake*) pada warga yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa pada masing-masing tempat pembakaran batu bata didapatkan hasil antara lain pada lokasi I nilai *intake* terbesar sebesar $0,053583 \text{ mg/kg/hari}$ dan nilai *intake* terkecil sebesar $0,030614 \text{ mg/kg/hari}$. Pada lokasi II nilai *intake* terbesar sebesar $0,045903 \text{ mg/kg/hari}$ dan nilai *intake* terkecil

sebesar 0,017861 mg/kg/hari. Pada lokasi III nilai *intake* terbesar sebesar 0,038258 mg/kg/hari dan nilai *intake* terkecil sebesar 0,017861 mg/kg/hari. Pada lokasi IV nilai *intake* terbesar sebesar 0,038258 mg/kg/hari dan nilai terkecil sebesar 0,015289 mg/kg/hari.

Tabel 6. Nilai *intake* pada warga sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

No.	Titik lokasi	Intake konsentrasi PM _{2,5} (mg/kg/hari)		
		Minimal	Rata-rata	Maksimal
1.	Lokasi I	0.030614	0.044224	0.053583
2.	Lokasi II	0.017861	0.030614	0.045903
3.	Lokasi III	0.017861	0.028899	0.038258
4.	Lokasi IV	0.015289	0.029721	0.038258

Karakterisasi Risiko (RQ) Paparan Debu/Particulate Matter (PM_{2,5})

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan nilai karakterisasi risiko (RQ) pada warga yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk.

Tabel 7. Nilai *risk quotion* (RQ) pada warga sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk

No.	Titik lokasi	Risk Question (RQ) konsentarsi		
		Minimal	Rata-rata	Maksimal
1.	Lokasi I	1.700766	2.456883	2.976837
2.	Lokasi II	0.992279	1.700766	2.550157
3.	Lokasi III	0.992279	1.605507	2.125462
4.	Lokasi IV	0.849391	1.651152	2.125462

Berdasarkan tabel 7 dapat diketahui bahwa hasil perhitungan RQ pada warga di sekitar tempat pembuatan batu bata untuk konsentrasi minimal mendapatkan nilai RQ 0.849391 <1 dan pada konsentrasi maksimal mendapatkan nilai RQ 2.976837 >1. Berdasarkan hasil perhitungan RQ dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko paparan *Particulate Matter* (PM_{2,5}) pada warga yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata sudah tidak aman pada konsentrasi PM_{2,5} maksimum sebesar 0,1500 mg/m³ sedangkan batas aman yang bisa diterima yaitu pada konsentrasi PM_{2,5} sebesar 0,0428 mg/m³.

PEMBAHASAN

Pengukuran konsentrasi debu/PM_{2,5} dilakukan pada waktu pagi hari, siang hari dan sore hari. Pengukuran dilakukan pada 4 titik lokasi dengan masing-masing lokasi dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 kali. Berdasarkan pengukuran tersebut diperoleh hasil bahwa seluruh titik lokasi yang dilakukan pengukuran sampel telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam PP RI No. 41 Tahun 1999. Hasil pengukuran yang berbeda pada tiap titik dapat dipengaruhi oleh perbedaan suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin. Suhu yang semakin rendah akan membuat kelembaban semakin tinggi. Pada kelembaban yang tinggi partikel debu akan lebih cepat mengendap dibandingkan dengan kelembaban yang rendah. Kelembaban yang tinggi akan menyebabkan partikel berikatan dengan air dan membentuk partikel lebih besar sehingga mudah mengendap ke permukaan bumi dan menaikkan konsentrasi polutan. Selain itu kecepatan angin yang rendah juga menyebabkan konsentrasi debu/PM_{2,5} tinggi, hal tersebut dikarenakan pada kecepatan angin yang rendah membuat polutan akan menumpuk dan dapat mencemari udara tempat bermukim di sekitar lokasi pencemaran tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Istantinova et al⁽¹²⁾ yang menyatakan bahwa tingginya konsentrasi polutan di udara dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin, kelembaban dan suhu udara.

Agen yang berisiko menjadi penyebab terganggunya kesehatan pada masyarakat di sekitar tempat pembuatan batu bata yaitu *Particulate Matter* (PM_{2,5}) di udara yang bersumber dari proses pembakaran batu bata dengan menggunakan bahan bakar kayu, sekam padi, tongkol jagung dan sabut kelapa. Sehingga menghasilkan asap yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Menurut Rohmawati dan Andriyani⁽⁹⁾ asap pembakaran batu bata dapat menghasilkan beberapa jenis polutan salah satunya yaitu debu/PM_{2,5} yang dapat menyebabkan gangguan sistem pernapasan, iritasi mata, alergi dan penurunan fungsi paru-paru.

Dosis respon debu/PM_{2,5} yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan nilai dosis referensi (*RfC*) untuk inhalasi dari penelitian terdahulu dikarenakan nilai *RfC* untuk *Particulate Matter* (PM_{2,5}) belum terdapat pada *Integrated Risk Information System (IRIS)* yang diakses melalui situs www.epa.gov/iris. Nilai *RfC* untuk gas karbon *Particulate Matter* (PM_{2,5}) adalah 0,018 mg/kg/hari⁽⁷⁾.

Dampak dari terpaparnya debu/PM_{2,5} pada kesehatan manusia yaitu terganggunya sistem pernafasan dengan gejala pernapasan terutama batuk. Batuk merupakan suatu refleks yang dilakukan oleh pertahanan tubuh

guna mengeluarkan benda asing dari tubuh. Efek lainnya yaitu terjadi pada fungsi paru ditandai dengan adanya gangguan pada ventilasi yang menyebabkan penurunan fungsi paru yang terdiri dari pengembangan paru dan gangguan obstruksi (lambatnya aliran udara di saluran napas karena peningkatan produksi mukus⁽¹³⁾). Menurut Putri⁽¹⁴⁾ selain mengganggu sistem pernapasan, paparan $PM_{2,5}$ juga menyebabkan iritasi mata. Berdasarkan informasi yang diperoleh peneliti pada saat penelitian diketahui bahwa warga yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata tidak hanya merasakan 1 (satu) keluhan yaitu gangguan pernapasan saja, namun juga memiliki keluhan lain seperti batuk, sesak napas, hingga iritasi mata. Keluhan yang sering dirasakan oleh warga yaitu batuk-batuk (30,6%) dan iritasi mata (35%) ketika sedang melakukan pembakaran. Akan tetapi para warga tidak pernah mengalami gangguan pernapasan yang sangat parah yang dapat menyebabkan mereka tidak bisa bekerja.

Hasil analisis intake digunakan untuk mengetahui gambaran risiko kesehatan di lokasi. Tingginya nilai *intake* berbanding lurus dengan tinggi nilai konsentrasi debu/ $PM_{2,5}$ yang telah diukur. Besarnya nilai *intake* juga berbanding lurus dengan nilai frekuensi pajanan, lama pajanan dan laju inhalasi, sehingga dapat diartikan semakin besar nilai *intake* maka akan semakin besar asupan seseorang. Sedangkan asupan berbanding terbalik dengan nilai berat badan, maka semakin besar berat badan seseorang akan semakin kecil nilai asupannya⁽¹⁵⁾. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran berat badan secara langsung karena kondisi saat ini masih dalam masa pandemi sehingga menggunakan nilai *default* berat badan yang telah diatur untuk perhitungan ARKL yaitu untuk berat badan orang dewasa 55 kg dan anak-anak 15 kg⁽¹⁶⁾. Oleh karena itu nilai *intake* pada masing-masing responden pada titik lokasi yang sama dengan nilai konsentrasi debu/ $PM_{2,5}$, maka nilai *intakenya* sama pula. Untuk perhitungan laju asupan juga menggunakan nilai default yang telah diatur dalam IRIS yaitu sebesar $0,83 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Lama paparan waktu juga dapat mempengaruhi hasil nilai *intake*. Dalam penelitian ini lama paparan untuk waktu pajanan (tE) yaitu 24 jam/hari dikarenakan proses pembakaran batu bata berlangsung selama 24-26 jam/hari. Untuk frekuensi pajanan (fE) yaitu 360 hari/tahun dan untuk durasi pajanan terpaparnya debu/ $PM_{2,5}$ yaitu durasi terlama 45 tahun, durasi terkecil 15 tahun dan durasi rata rata 30 tahun. Warga yang terpapar debu/ $PM_{2,5}$ dengan waktu pajanan, durasi pajanan yang lama akan lebih besar untuk berisiko mengalami gangguan kesehatan. Orang yang terpapar $PM_{2,5}$ dalam waktu yang lebih lama akan berisiko 1,174kali lipat untuk mengalami gangguan kesehatan dibandingkan dengan yang terpapar dalam waktu yang minim⁽¹⁷⁾.

Perhitungan karakterisasi risiko (RQ) pada efek non karsinogenik yaitu dilakukan dengan cara membandingkan antara nilai *intake* dengan dosis referensinya (RfC). Hasil perhitungan nilai karakterisasi risiko (RQ) pada masing-masing tempat pembakaran batu bata untuk konsentrasi minimal mendapatkan nilai RQ sebesar $0,849391 < 1$ dan pada konsentrasi maksimal mendapatkan nilai RQ sebesar $2,976837 > 1$. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat risiko (RQ) paparan debu/ $PM_{2,5}$ pada warga yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuatan batu bata di Desa Kaloran, Kecamatan Ngronggot, Kabupaten Nganjuk sudah tidak aman pada konsentrasi $PM_{2,5}$ maksimum sebesar $0,1500 \text{ mg}/\text{m}^3$ sedangkan batas aman yang bisa diterima yaitu pada konsentrasi $PM_{2,5}$ sebesar $0,0428 \text{ mg}/\text{m}^3$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata suhu sebesar $32,3^\circ\text{C}$, rata-rata kelembaban sebesar 60,8% dan kecepatan angin tertinggi sebesar 0,6 m/s dengan arah angin bergerak dari arah utara dan selatan.
2. Konsentrasi *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) pada masing-masing tempat pembakaran batu bata telah melebihi baku mutu yang diatur dalam Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu $0,065 \text{ mg}/\text{m}^3$.
3. Bahaya kesehatan lingkungan pada tempat pembuatan batu bata adalah debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) dalam debu akibat proses pembakaran batu bata.
4. Nilai dosis respon (RfC) untuk polutan debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) yaitu $0,018 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$ dengan dampak pada gangguan sistem pernapasan dan iritasi mata.
5. Nilai asupan (*intake*) tertinggi oleh paparan debu/*Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) pada tempat pembakaran batu bata yaitu berada pada titik lokasi 1 sebesar $0,053583 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$.
6. Tingkat risiko paparan *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$) pada warga yang bermukim di sekitar tempat pembuatan batu bata sudah tidak aman pada konsentrasi $PM_{2,5}$ maksimum sebesar $0,1500 \text{ mg}/\text{m}^3$ sedangkan batas aman yang bisa diterima yaitu pada konsentrasi $PM_{2,5}$ sebesar $0,0428 \text{ mg}/\text{m}^3$.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementrian Lingkungan Hidup. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah. Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara Di Daerah Menteri Negara Lingkungan Hidup; 2010. p. 1–199.
2. Khambali. Pencemaran Lingkungan. Edisi Pertama. Surabaya: Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan

- Indonesia; 2017.
3. Badan Pusat Statistik. Kecamatan Ngronggot dalam Angka 2019. Badan Pusat Statistik; 2019.
 4. Mukhtar R, et al. Komponen Kimia $PM_{2,5}$ Dan PM_{10} Di Udara Ambien Di Serpong – Tangerang. *Jurnal Ecolab*. 2013;7(1):1-7.
 5. EPA. Criteria Air Pollutants. Diakses melalui <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants> pada tanggal 20 Oktober 2020 pukul 20.30 WIB. 2016.
 6. Komariah, VH. Analisis Risiko Dan Dampaknya Terhadap Penurunan Fungsi Paru Pekerja Industri Semen Di Plant 06 PT Indocement Citeureup-Bogor Tahun 2016. Skripsi. 2016.
 7. Falahdina A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan $PM_{2,5}$ Pada Pedagang Tetap Di Terminal Kampung Rambutan. Skripsi. 2017.
 8. Novirsa R, Achmadi U, Fahmi. Analisis Risiko Paparan $PM_{2,5}$ di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2012;7(4):173-179.
 9. Rohmawati N, Andriyani R. Perbedaan Kadar $PM_{2,5}$ Di Tempat Pembakaran Batu Bata Dan Kejadian Sindroma Mata Kering. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 2018;7(1): 112-121.
 10. Istirokhatun T, Wardhana IW, Primelya A. Dalam Dapur Berbahan Bakar Kayu Skala Replikasi Dan Rumah Tangga. *Jurnal Presipitasi: Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 2011;8(1): 8-13.
 11. Notoatmodjo S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: PT. Rineka Cipta; 2018.
 12. Istantinova D B, Hadiwidodo M dan Handayani D S. Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO_2) Dalam Udara Ambien Di Sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang. Undergraduate Thesis, Universitas Diponegoro. 2012.
 13. Azizah I T N. Analisis Kadar Debu $PM_{2,5}$ dan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Pupuk Organik di Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2019;11(2):141-149.
 14. Putri N B D. Studi Reduksi $PM_{2,5}$ Udara Ambien Oleh Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Industri PT. Petrokimia Gresik. Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2017.
 15. Djafri Defrian. Prinsip dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. Universitas Andalas. 2014.
 16. Khambali. Pelatihan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Badan PPSDM Kesehatan Balai Pelatihan Kesehatan Lemah Abang. 2009.
 17. Arba S. Konsentrasi Respirable Debu Particulate Matter ($PM_{2,5}$) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2019;9(5):178-184.