



ARTIKEL RISET

URL artikel: <http://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/woph7203>

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAPARAN PM<sub>10</sub> TERHADAP  
PEDAGANG KAKI LIMA DI JALAN RAYA KEBAYORAN LAMA**

<sup>K</sup>Windy Oktaviani<sup>1</sup>, Rony Darmawansyah Alnur<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan,  
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Email Penulis Korespondensi/penulis pertama (K): [windyoktaviani191@gmail.com](mailto:windyoktaviani191@gmail.com)  
[windyoktaviani191@gmail.com](mailto:windyoktaviani191@gmail.com)<sup>1</sup>, [ronyalnur@uhamka.ac.id](mailto:ronyalnur@uhamka.ac.id)<sup>2</sup>

ABSTRAK

Pencemaran udara masih menjadi permasalahan yang sulit untuk diatasi. PM<sub>10</sub> merupakan salah satu partikel yang banyak dihasilkan dari aktivitas antropogenik, yang mempunyai ukuran kurang dari 10 µm. Pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama berpotensi terpapar PM<sub>10</sub> dikarenakan berjualan di sekitar area ruas jalan raya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan paparan PM<sub>10</sub> terhadap pada pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran lama. Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif melalui langkah-langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Pengambilan sampel udara dilakukan pada 3 titik lokasi sampling pada dua waktu pengukuran berbeda yaitu siang dan sore hari menggunakan DustTrak Aerosol Monitor 8533. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik total sampling sebesar 45 responden. Data dalam penelitian ini dianalisis secara univariat dan ARKL. Konsentrasi PM<sub>10</sub> di Jalan Raya Kebayoran Lama di tiga titik lokasi sampling menunjukkan melebihi baku mutu PM<sub>10</sub> Indonesia yaitu 75 µg/m<sup>3</sup> dengan konsentrasi rata-rata PM<sub>10</sub> pada pengukuran siang hari adalah 134 µg/m<sup>3</sup> dan pengukuran sore hari adalah 230 µg/m<sup>3</sup>. Nilai RfC yang digunakan yaitu 0,0087 mg/kg/hari. Hasil perhitungan nilai RQ menunjukkan bahwa terdapat 15 responden dengan nilai RQ>1 yang mengartikan bahwa responden memiliki nilai risiko yang tidak aman sehingga perlu dilakukannya manajemen risiko guna meminimalkan dampak risiko paparan terhadap responden.

Kata kunci : PM<sub>10</sub>; pedagang kaki lima; arkl

**PUBLISHED BY :**

Pusat Kajian dan Pengelola Jurnal  
Fakultas Kesehatan Masyarakat UMI

**Address :**

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)  
Makassar, Sulawesi Selatan.

**Email :**

[jurnal.woph@umi.ac.id](mailto:jurnal.woph@umi.ac.id)

**Article history :**

Received : 21 Agustus 2025

Received in revised form : 4 November 2025

Accepted : 14 Maret 2026

Available online : 12 April 2026

licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



---

**ABSTRACT**

*Air pollution remains a challenging problem to overcome. Anthropogenic activities largely produce PM10 particles and are less than 10  $\mu\text{m}$  in size. Street vendors on Jalan Raya Kebayoran Lama may be exposed to PM10 from their sales activities along the main road. This study aims to analyze the environmental health risks associated with PM10 exposure among street vendors on Jalan Raya Kebayoran Lama. This type of research is a descriptive quantitative study through the steps of Environmental Health Risk Analysis (ARKL). Air sampling was conducted at 3 locations at two measurement times, namely the afternoon and the evening, using the DustTrak Aerosol Monitor 8533. A total sampling technique was used, with 45 respondents. The data in this study were analyzed univariately and using ARKL. PM10 concentrations on Jalan Raya Kebayoran Lama at three sampling locations exceeded the Indonesian PM10 quality standard of 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , with an average PM10 concentration of 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  during daytime measurements and 230  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in the evening. The RfC value used was 0.0087 mg/kg/day. The RQ calculation showed that 15 respondents had an RQ value >1, indicating an unsafe risk profile and requiring risk management to minimize exposure impact.*

*Keywords: PM10; street vendors; arkl*

---

**PENDAHULUAN**

Pencemaran udara masih menjadi permasalahan yang sulit untuk diatasi. Pencemaran udara dapat terjadi di luar ruangan maupun dalam ruangan. Sumber bergerak seperti mobil, truk, kendaraan bermotor dan sumber diam seperti industri, proyek pembangunan, dan aktivitas di jalan merupakan penyebab terjadinya pencemaran udara.<sup>1</sup> Menurut *World Health Organization* (2020) polusi udara ambien yang berasal dari luar ruangan menyebabkan sebesar 4,2 juta kematian dini di seluruh dunia per tahun pada tahun 2019.<sup>2</sup>

Sebesar 85% aktivitas transportasi menyumbang sebagai sumber pencemaran udara.<sup>3</sup> Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2021-2022 Indonesia mengalami peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari 141.992.573 menjadi 148.261.817 kendaraan bermotor, dimana Provinsi DKI Jakarta menduduki posisi kedua dengan jumlah kendaraan bermotor sebanyak 21.911.811.<sup>5</sup> Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK) menyatakan bahwa penggunaan kendaraan bermotor yang berlebihan merupakan kontributor utama pencemaran udara di kawasan perkotaan, termasuk Wilayah DKI Jakarta.<sup>6</sup>

PM<sub>10</sub> termasuk dalam kategori partikel debu yang dihasilkan akibat dari aktivitas transportasi.<sup>7</sup> Partikulat memiliki ukuran yang bervariasi, mulai dari 0,01 mikrometer hingga lebih dari 10 mikrometer.<sup>8</sup> *Particulate Matter* (PM<sub>10</sub>) merupakan salah satu jenis polutan udara yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan, memiliki tingkat toksisitas tinggi, serta berperan dalam merusak kualitas udara ambien. Partikulat jenis ini dapat tersebar dalam jarak 1 km hingga 10 km sehingga, partikulat yang masuk ke dalam saluran pernapasan dan mencapai paru-paru memiliki potensi untuk menyebabkan sejumlah masalah kesehatan serius, termasuk gangguan pernapasan, kanker paru-paru, hingga berujung pada kematian.<sup>9</sup>

Hasil studi yang telah dilakukan A. Wulandari tahun 2016 mengenai risiko kesehatan pedagang kaki lima akibat pajanan PM<sub>10</sub> di Jalan Kaligawe Kota Semarang, rata-rata konsentrasi PM<sub>10</sub> yaitu 72,42  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan didapati konsentrasi minimum 41,97  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan konsentrasi maksimum 104  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  di mana nilai konsentrasi masih terbilang dibawah baku mutu menurut PP No. 41 Th 1999 yaitu 150  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  akan tetapi menunjukkan terdapatnya risiko kesehatan akibat pajanan PM<sub>10</sub>. Diperoleh nilai RQ pedagang kaki lima dengan tingkat konsentrasi rata-rata PM<sub>10</sub> diproyeksikan berada pada tingkat yang tidak aman untuk jangka waktu 15 tahun ke depan, sedangkan konsentrasi maksimum PM<sub>10</sub> dapat dinilai berpotensi membahayakan

dalam periode 5 tahun ke depan.<sup>10</sup>

Aktivitas berdagang yang dilakukan oleh pedagang kaki lima di kawasan Jalan Raya Kebayoran Lama berlangsung sepanjang hari dengan memanfaatkan ruas pinggir jalan sebagai lokasi utama. Pemanfaatan bahu jalan sebagai tempat jual beli turut mempersempit ruang lalu lintas, sehingga memicu kemacetan dan penumpukan kendaraan di area tersebut.<sup>11</sup> Lokasi pedagang kaki lima tidak hanya berada di sekitar area Pasar Kebayoran Lama, tetapi juga berdekatan dengan kawasan Stasiun Kebayoran Lama. Dengan demikian, kemudahan akses dan transportasi umum menjadi faktor pendukung utama yang mendorong pedagang dari luar wilayah Jakarta untuk menjalankan aktivitas berdagang di sepanjang ruas jalan Pasar Kebayoran Lama, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap terjadinya kemacetan di kawasan tersebut.<sup>12</sup>

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan penulis, pengukuran PM<sub>10</sub> dengan tiga rentang waktu berbeda, menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi PM<sub>10</sub> pada pagi hari mencapai 117 µg/m<sup>3</sup> kemudian, pada siang hari, terjadinya penurunan konsentrasi menjadi 88 µg/m<sup>3</sup> namun, pada sore hari kembali mengalami peningkatan hingga 154 µg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut menyatakan bahwa konsentrasi PM<sub>10</sub> pada pagi, siang dan sore hari melampaui Nilai Ambang Batas (NAB). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menetapkan baku mutu udara ambien partikulat debu PM<sub>10</sub> sebesar 75 µg/m<sup>3</sup>. Penulis melakukan wawancara terhadap sejumlah pedagang kaki lima (PKL) di Jalan Raya Kebayoran Lama dan menemukan bahwa beberapa diantara mereka menjalankan aktivitas berdagang dengan frekuensi sebesar 8 jam/hari, dengan durasi kerja yang telah berlangsung selama sekitar 10 tahun dan didapati mengenai gejala seperti batuk terhadap responden yang diakibatkan oleh paparan PM<sub>10</sub>.

Berdasarkan uraian diatas, membuat penulis tertarik melakukan penelitian mengenai Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan akibat paparan (PM<sub>10</sub>) terhadap pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan dengan menggunakan pendekatan ARKL sebagai proses pengkajian terhadap potensi risiko yang signifikan dengan mengidentifikasi dan menguraikan permasalahan lingkungan yang telah diketahui sebelumnya, kemudian dilanjutkan dengan tahapan analisis risiko terhadap kesehatan manusia yang berkaitan langsung dengan permasalahan lingkungan tersebut.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan metode deskriptif melalui langkah-langkah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian ini berlokasi di Jalan Raya Kebayoran Lama dan dilaksanakan dalam kurun waktu Januari-Juni 2025. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *total sampling* sebanyak 45 responden, yang diperoleh melalui observasi lapangan terhadap pedagang kaki lima di lokasi penelitian. Sampel agen risiko dalam konsentrasi PM<sub>10</sub>.

Data primer diperoleh secara langsung dari responden melalui wawancara menggunakan kuesioner mengenai data antropometri dan pola aktivitas responden. Pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> diukur menggunakan *DustTrak II Aerosol Monitor 8533* yang dimiliki oleh Laboratorium Universitas Indonesia.

Titik pengambilan lokasi sampling udara ditentukan pada tiga titik, dengan panjang jarak jalan raya kebayoran lama dari titik 1 sampai dengan titik 3 sepanjang 172 meter dan disesuaikan dengan peraturan SNI19-7119.6-2005 mengenai penentuan lokasi pengambilan sampel uji pemantauan kualitas udara *roadside* atau jalan raya<sup>13</sup>. Pengambilan sampling udara dilakukan dengan dua waktu pengukuran, yaitu siang dan sore hari. Dikarenakan terdapatnya keterbatasan waktu pengukuran sampling oleh karena itu, pengukuran sampling dilakukan selama 1 jam pengukuran siang hari, dan 30 menit sore hari.

Peneliti ingin menganalisis risiko kesehatan lingkungan akibat paparan *particulate matter* (PM<sub>10</sub>) terhadap pedagang kaki lima yang berinteraksi langsung dengan aktivitas kendaraan bermotor di Jalan Raya Kebayoran Lama. Untuk mengetahui besarnya risiko kesehatan akibat paparan PM<sub>10</sub> yang dihasilkan dari kendaraan bermotor yang melewati Jalan Raya Kebayoran Lama maka diperlukannya menggunakan langkah-langkah ARKL sebuah tahapan untuk menganalisis tingkat risiko yang mungkin ada, dimulai dengan mengidentifikasi dan mendeskripsikan permasalahan lingkungan yang telah diketahui<sup>15</sup>. Analisis data dilakukan secara univariat untuk mengamati distribusi frekuensi atau memberikan gambaran mengenai setiap variabel dalam penelitian dan dianalisis menggunakan langkah-langkah ARKL.

## HASIL

### Karakteristik Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

#### Jenis Kelamin

**Tabel 1.** Distribusi Jenis Kelamin Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Jenis Kelamin	n	(%)
Laki-laki	31	68,9
Perempuan	14	31,1
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan nilai distribusi responden menurut jenis kelamin di Jalan Raya Kebayoran Lama, dari 45 responden pedagang sebanyak 31 responden (68,9%) berjenis kelamin laki-laki. Dan 14 responden (31,1%) berjenis kelamin perempuan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas berdagang di wilayah tersebut lebih banyak dilakukan oleh laki-laki.

#### Usia

**Tabel 2.** Distribusi Usia Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Usia	n	(%)
19-44 tahun	21	46,7
45-59 tahun	22	48,9
60 > tahun	2	4,4
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan nilai distribusi responden menurut usia di Jalan Raya Kebayoran Lama, dari 45 responden pedagang sebagian besar berada pada rentang usia 45-59 tahun yaitu sebanyak 22 responden (48,9%), rentang usia 19-44 tahun berjumlah 21 responden (46,7%). Sementara itu, terdapat 2 responden (4,4%) pada kelompok usia di atas 60 tahun.

## Kondisi Lingkungan Jalan Raya Kebayoran Lama

**Tabel 3.** Kondisi Lingkungan di Jalan Raya Kebayoran Lama

Parameter Terukur	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Rata-rata	
	Siang	Sore	Siang	Sore	Siang	Sore	Siang	Sore
Suhu (°C)	38,7	33,4	37,6	33,5	36,8	32,9	37,6	32,2
Kelembaban (%)	41,8	58,9	44,0	58,1	45,8	57,6	48,8	58,2
Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah	Cerah

Berdasarkan tabel 3 kondisi lingkungan di Jalan Raya Kebayoran Lama diatas menunjukkan bahwa pengukuran suhu lebih tinggi pada waktu siang hari dengan nilai rata-rata sebesar 37,6°C. Sementara itu, pada waktu sore hari nilai rata-rata suhu sebesar 33,2°C, dengan cuaca cerah pada kedua waktu pengukuran. Dan kelembaban relatif lebih rendah pada waktu siang hari dengan nilai rata-rata 48,8% dan mengalami peningkatan pada waktu sore hari dengan nilai rata-rata 58,2%.

## Konsentrasi PM<sub>10</sub> di Jalan Raya Kebayoran Lama

**Tabel 4.** Konsentrasi PM<sub>10</sub> di Jalan Raya Kebayoran Lama

Titik Lokasi Pengukuran	Waktu Pengukuran		Rata-Rata Konsentrasi PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NAB PP No. 22 Tahun 2021 = 75 µg/m <sup>3</sup>
	Siang (µg/m <sup>3</sup> )	Sore (µg/m <sup>3</sup> )		
Titik 1	95	157	122	Melebihi NAB
Titik 2	112	131	126	Melebihi NAB
Titik 3	195	404	299	Melebihi NAB
Rata-rata	134	230	181	Melebihi NAB

Berdasarkan tabel 4 hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>10</sub> pada 3 titik di Jalan Raya Kebayoran Lama menunjukkan bahwa seluruh titik pengukuran melebihi nilai ambang batas baku mutu PM<sub>10</sub> sesuai PP No. 22 Tahun 2021 sebesar 75µg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi PM<sub>10</sub> tertinggi berada pada pengukuran titik 3 waktu sore sebesar 404µg/m<sup>3</sup>, sedangkan konsentrasi terendah berada pada pengukuran titik 1 waktu siang hari sebesar 95µg/m<sup>3</sup>.

## Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM<sub>10</sub> Terhadap Pedagang Kaki Lima

### Identifikasi Bahaya

Agen risiko bahaya yang dianalisis dalam penelitian ini adalah konsentrasi PM<sub>10</sub> yang berasal langsung dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

### Analisis Dosis Respon

Penentuan nilai Referensi konsentrasi (RfC) untuk PM<sub>10</sub> ditetapkan berdasarkan nilai ambang batas PM<sub>10</sub> yang ditetapkan dalam PP No. 21 Tahun 2022. Penetapan ini dilakukan karena nilai RfC untuk PM<sub>10</sub> tidak tersedia dalam situs resmi [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris), (*Intergrated Risk Iformation System*). Oleh karena itu, dalam menentukan nilai RfC menggunakan regulasi tersebut, harus dilakukan perhitungan akumulasi menggunakan nilai *default* faktor antropometri, seperti berat badan (W<sub>b</sub>) dan pola aktivitas yang terdiri dari, waktu pajanan (t<sub>E</sub>), frekuensi pajanan (f<sub>E</sub>), dan durasi pajanan (D<sub>t</sub>).

$$RfC = \frac{0,075 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 8 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$RfC = \frac{5229 \text{ mg}}{602.250 \text{ kg} \times \text{hari}}$$

$$RfC = 0,0087 \text{ mg/kg/hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan hasil nilai RfC untuk PM<sub>10</sub> sebesar 0,0087 mg/kg/hari.

**Analisis Pemajanan**

**Antropometri**

**Tabel 5.** Distribusi Berat Badan dan Laju Inhalasi Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Antropometri Pedagang Kaki Lima	Nilai Rata-Rata		
	Lokasi Pengukuran		
	Titik1	Titik 2	Titik 3
Berat Badan (Kg)	61	69	66
Laju Inhalasi (m <sup>3</sup> /jam)	0,83	0,83	0,83

Berdasarkan tabel 5 distribusi antropometri pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, menunjukkan bahwa rata-rata berat badan responden di titik 1 sebesar 61 kg, titik 2 sebesar 69 kg, dan titik 3 sebesar 66 kg. Dan nilai laju inhalasi responden menggunakan nilai *default* pedoman ARKL orang dewasa yaitu sebesar 0,83 m<sup>3</sup>/jam.

**Pola Aktivitas**

**Tabel 6.** Distribusi Pola Aktivitas Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Pola Aktivitas Pedagang Kaki Lima	Nilai Rata-Rata		
	Lokasi Pengukuran		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Waktu Pajanan t <sub>E</sub> (jam/hari)	8	9,7	10,8
Frekuensi Pajanan f <sub>E</sub> (hari/tahun)	290	328	346
Durasi Pajanan D <sub>t</sub> (tahun)	9,3	13,7	15

Berdasarkan tabel 6 distribusi pola aktivitas pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, menunjukkan bahwa rata-rata nilai waktu pajanan responden di titik 1 sebesar 8 jam/hari, titik 2 sebesar 9,7 jam/hari, dan titik 3 sebesar 10,8 jam/hari. Rata-rata nilai frekuensi pajanan responden di titik 1 sebesar 290 hari/tahun, titik 2 sebesar 328 hari/tahun, dan titik 3 sebesar 346 hari/tahun. Rata-rata nilai durasi pajanan responden di titik 1 sebesar 9,3 tahun, titik 2 sebesar 13,7 tahun, dan titik 3 sebesar 15 tahun.

**Intake (Asupan)**

Proses perhitungan *intake* dipengaruhi oleh konsentrasi PM<sub>10</sub> (C), laju inhalasi (R), waktu pajanan (t<sub>E</sub>), frekuensi pajanan (f<sub>E</sub>), dan durasi pajanan (D<sub>t</sub>) dengan menggunakan perhitungan rumus sebagai berikut:

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

**Tabel 7.** Nilai *Intake* Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Titik Lokasi	Lokasi Pengukuran	<i>Intake</i> (mg/kg/hari)
Titik 1	Pos Polisi	0,00340768
Titik 2	Lapak Soto Ayam	0,00584172
Titik 3	Area Parkir Pasar Kebayoran Lama	0,0192478

Berdasarkan tabel 7 nilai *intake* pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, menunjukkan bahwa rata-rata nilai *intake* responden titik 1 sebesar 0,00340768 mg/kg/hari, titik 2 sebesar 0,00584172 mg/kg/hari, dan titik 3 sebesar 0,0192478 mg/kg/hari.

### Karakterisasi Risiko

Perhitungan karakterisasi risiko dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko yang diterima oleh responden akibat paparan PM<sub>10</sub>. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus RQ yang membandingkan nilai *intake* dengan nilai dosis respon referensi (RfC). Rumus perhitungan RQ sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfC}$$

**Tabel 8.** Nilai Karakterisasi Risiko (RQ) Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Titik Lokasi	Lokasi Pengukuran	Tingkat Risiko (RQ)	RfC
Titik 1	Pos Polisi	0,391687	
Titik 2	Lapak Soto Ayam	0,671462	0,0087
Titik 3	Area Parkir Pasar Kebayoran Lama	2,212390	mg/kg/hari

Berdasarkan tabel 8 nilai karakterisasi risiko (RQ) pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, rata-rata nilai RQ responden titik 1 sebesar 0,391687, hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko paparan PM<sub>10</sub> terhadap responden di titik 1 dengan rata-rata konsentrasi 0,126 mg/m<sup>3</sup> aman bagi responden dengan nilai rata-rata berat badan 61 kg, waktu paparan 8,07 jam, dan frekuensi paparan 290 hari/tahun, selama 9,3 tahun. Rata-rata nilai responden RQ titik 2 sebesar 0,671462, hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko paparan PM<sub>10</sub> terhadap responden di titik 2 dengan rata-rata konsentrasi 0,122 mg/m<sup>3</sup> aman bagi responden dengan nilai rata-rata berat badan 69 kg, waktu paparan 9,7 jam, dan frekuensi paparan 328 hari, selama 13,7 tahun. Dan rata-rata nilai RQ titik 3 sebesar 2,212390, hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko paparan PM<sub>10</sub> terhadap responden di titik 3 dengan rata-rata konsentrasi 0,299 mg/m<sup>3</sup> tidak aman bagi pedagang kaki lima dengan nilai rata-rata berat badan 66 kg, waktu berdagang 10 jam, dan frekuensi paparan 346 hari, selama 15 tahun.

**Tabel 9.** Rekapitulasi Nilai Karakterisasi Risiko (RQ) Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Titik Lokasi	Lokasi Pengukuran	RQ ≤ 1 (Tidak Berisiko)		RQ < 1 (Berisiko)		Total	
		n	%	n	%	n	%
Titik 1	Pos Polisi	12	92,3%	1	7,7%	13	100
Titik 2	Lapak Soto Ayam	13	68,4%	6	31,6%	19	100
Titik 3	Area Parkir Pasar Kebayoran Lama	5	38,5%	8	61,5%	13	100
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>66,7%</b>	<b>15</b>	<b>33,5%</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Berdasarkan tabel 9 rekapitulasi nilai karakterisasi risiko (RQ) pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, menunjukkan bahwa terdapat responden yang berisiko pada titik 1 sebanyak 1 responden (7,7%), titik 2 sebanyak 6 responden (31,6%) yang berisiko, dan titik 3 sebanyak 8 responden (38,5%) yang berisiko. Secara keseluruhan tabel dapat disimpulkan dari 45 responden (100%) terdapat 15 responden (33,5%) yang berisiko dan terdapat 30 responden (66,7%) yang tidak berisiko.

## Manajemen Risiko

### Strategi Pengelolaan Risiko

Strategi pengelolaan risiko dilakukan untuk mengurangi efek yang dapat terjadi akibat paparan PM<sub>10</sub> yang diterima responden. Perlu dilakukan tahapan ini apabila terdapat responden yang memiliki nilai RQ > 1. Rumus perhitungan pengelolaan risiko sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi aman : } C_{\text{nk (aman)}} = \frac{RfC \times W_b \times t_{\text{avg}}}{R \times t_E \times f_E \times D_t}$$

$$\text{Waktu pajanan aman : } t_{\text{Enk (aman)}} = \frac{RfC \times W_b \times t_{\text{avg}}}{C_x \times R \times f_E \times D_t}$$

$$\text{Frekuensi pajanan aman : } f_{\text{Enk (aman)}} = \frac{RfC \times W_b \times t_{\text{avg}}}{C_x \times R \times t_E \times D_t}$$

**Tabel 10.** Strategi Pengelolaan Risiko Pedagang Kaki Lima di Jalan Raya Kebayoran Lama

Strategi Pengelolaan Risiko	Nilai Rata-Rata		
	Titik 1	Titik 2	Titik 3
Konsentrasi aman (μg/m <sup>3</sup> )	52	64	68
Waktu Pajanan aman t <sub>E</sub> (jam/hari)	4,5	6,3	2,7
Frekuensi Pajanan f <sub>E</sub> (hari/tahun)	143	181	79

Berdasarkan tabel 10 mengenai strategi pengelolaan risiko pedagang kaki lima di Jalan Raya Kebayoran Lama, menunjukkan bahwa batas aman paparan PM<sub>10</sub> responden di titik 1 yaitu 52 μg/m<sup>3</sup>, titik 2 yaitu 64 μg/m<sup>3</sup>, dan titik 3 yaitu 68 μg/m<sup>3</sup>. Dan dilakukannya pembatasan durasi kerja pada responden titik 1 maksimal 4,5 jam/hari dengan 143 hari/tahun, durasi kerja pada responden titik 2 maksimal 6,3 jam/hari dengan 181 hari/tahun, dan durasi kerja pada responden titik 3 maksimal 2,7 jam/hari dengan 79 hari/tahun.

## PEMBAHASAN

### Kondisi Lingkungan

Konsentrasi  $PM_{10}$  yang melampaui ambang batas baku mutu udara ambien mengindikasikan bahwa kualitas udara di Jalan Raya Kebayoran Lama telah tercemar. Kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan cuaca dapat mempengaruhi konsentrasi  $PM_{10}$ . Sesuai dengan pengukuran yang dilakukan didapati pengukuran suhu rendah kelembaban tinggi memperoleh konsentrasi  $PM_{10}$  yang tinggi, dibandingkan dengan suhu tinggi dan kelembaban rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Sukmawati & Dhevi Warisaura (2023), yaitu penurunan suhu udara dapat meningkatkan konsentrasi *Particulate Matter* (PM) karena rendahnya suhu menghambat proses dispersi partikel di atmosfer. Dan terdapat hubungan searah antara kelembaban udara dan konsentrasi PM yang memiliki arti semakin tinggi tingkat kelembaban maka konsentrasi PM di udara juga cenderung meningkat.<sup>14</sup> Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Saragih *et al* (2022) jika suhu udara rendah dan kelembaban udara relatif tinggi maka suatu konsentrasi udara akan mengalami peningkatan konsentrasi dipermukaan.<sup>15</sup>

### Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan langkah awal dalam ARKL, yang bertujuan untuk mengidentifikasi agen risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan apabila terjadi paparan terhadap tubuh. Agen risiko yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah pencemaran udara *Particulate Matter* 10 ( $PM_{10}$ ) yang bersumber langsung dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Berdasarkan seluruh titik pengukuran di sepanjang Jalan Raya Kebayoran Lama menunjukkan pengukuran seluruh konsentrasi melampaui nilai ambang batas PP No. 22 tahun 2021. Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi  $PM_{10}$  yaitu terdapat padatnya lalu lintas kendaraan bermotor di Jalan Raya Kebayoran Lama. Volume lalu lintas yang padat dapat menyebabkan penumpukan kendaraan yang berkontribusi terhadap kemacetan lalu lintas.<sup>16</sup>

Menurut Gusti *et al* (2018) paparan  $PM_{10}$  dalam jangka pendek dapat memicu gangguan sistem pernapasan, peradangan paru-paru serta meningkatnya risiko kardiovaskular. Sedangkan, dalam jangka panjang paparan ini berkontribusi terhadap fungsi paru, asma, peningkatan paru kronis serta kematian akibat gangguan kardiopulmoner dan kanker paru<sup>1</sup>. Penelitian A. Wulandari *et al* (2016) mengenai ARKL paparan  $PM_{10}$  terhadap PKL di Jalan Kaligawe Kota Semarang, menyatakan bahwa pedagang kaki lima yang terpajan  $PM_{10}$  berisiko mengalami efek akut dari  $PM_{10}$  berupa batuk, sesak napas nyeri dada, dan iritasi mata.<sup>9</sup>

### Analisis Dosis Respon

Tahap kedua dalam ARKL adalah analisis dosis-respon, yang bertujuan untuk menetapkan nilai referensi terhadap suatu agen risiko. Tahapan ini berperan dalam penetapan nilai Referensi Dosis (RfD), Konsentrasi Referensi (RfC), serta Faktor Slope (SF) dari zat berisiko yang menjadi objek kajian dalam ARKL. Dalam menentukan nilai RfC  $PM_{10}$  perlu dilakukan perhitungan akumulasi menggunakan nilai *default* pedoman ARKL, faktor antropometri berat badan ( $W_b$ ) dan pola aktivitas yang terdiri dari, waktu paparan ( $t_E$ ), frekuensi paparan ( $f_E$ ), dan durasi paparan ( $D_i$ ) dikarenakan tidak tersedianya nilai RfC  $PM_{10}$

dalam situs resmi [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris), (*Intergrated Risk Iformation System*).

### **Analisis Paparan**

Analisis paparan merupakan tahapan ketiga dalam ARKL, tahapan ini adalah proses untuk mengidentifikasi dan mengukur seberapa besar agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia. Besarnya paparan individu dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu antropometri (berat badan), dan pola aktivitas (frekuensi paparan, waktu paparan, dan durasi paparan).<sup>18</sup>

### **Antropometri**

Dalam ARKL, berat badan berfungsi sebagai faktor pembanding terhadap jumlah konsentrasi PM<sub>10</sub> yang terhirup, besaran berat badan tersebut berperan dalam menentukan tingkat risiko kesehatan yang mungkin timbul akibat paparan PM<sub>10</sub>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata responden memiliki berat badan yang besar. Besarnya nilai berat badan individu bertolak belakang terhadap tingkat risiko kesehatan akibat paparan. Individu dengan berat badan lebih besar cenderung memiliki risiko kesehatan yang lebih rendah, sedangkan individu dengan berat badan lebih ringan memiliki potensi risiko kesehatan yang lebih tinggi.<sup>19</sup>

Pernyataan tersebut diperkuat juga oleh Rahmadani & Tualeka (2016) pada individu dengan berat badan yang lebih tinggi, risiko kesehatan akibat paparan zat pencemar cenderung lebih rendah karena keberadaan jaringan lemak yang lebih banyak dapat membantu melarutkan zat toksik. Sebaliknya, pada individu dengan berat badan yang lebih rendah, risiko kesehatan menjadi lebih tinggi karena zat pencemar yang terhirup lebih mudah berinteraksi langsung dengan sel-sel tubuh.<sup>20</sup>

### **Laju Inhalasi**

Laju inhalasi adalah total volume udara terhirup oleh tubuh dalam satuan jam. Pada penelitian ini laju inhalasi mengacu kepada nilai *default* pedoman ARKL yang di mana laju inhalasi pada orang dewasa dinyatakan sebesar 20 m<sup>3</sup> atau setara dengan 0,83 m<sup>3</sup>/jam.<sup>13</sup>

### **Pola Aktivitas**

Waktu paparan adalah lamanya waktu pedagang terpajan PM<sub>10</sub> dalam satuan jam/hari. Dapat disimpulkan bahwa rata-rata responden memiliki waktu berdagang yang cukup lama dalam waktu satu hari. Sejalan dengan pernyataan Alchamdani tahun 2019, semakin panjang waktu kerja yang dijalani, maka semakin tinggi tingkat paparan yang diterima, sehingga risiko terhadap kesehatan juga semakin meningkat.<sup>21</sup>

Frekuensi paparan diartikan sebagai jumlah hari dalam satu tahun pedagang terpajan PM<sub>10</sub>. Rata-rata frekuensi paparan yang dialami responden cukup tinggi, dikarenakan responden melakukan aktivitas berdagang setiap hari dalam satu minggu. Semakin tinggi frekuensi paparan harian seseorang terhadap suatu agen risiko, maka semakin besar pula nilai asupan (*intake*) yang diterima, sehingga risiko terjadinya gangguan kesehatan akibat paparan tersebut ikut meningkat.<sup>22</sup>

Durasi paparan adalah lamanya waktu pedagang terpajan PM<sub>10</sub> dalam satuan tahun. Durasi paparan memiliki pengaruh signifikan terhadap besarnya tingkat paparan serta nilai *intake* yang diterima oleh individu. Durasi masa kerja yang panjang berpotensi meningkatkan risiko terhadap kesehatan. Oleh karena itu, peningkatan durasi paparan akan berbanding lurus dengan meningkatnya tingkat paparan pedagang

terhadap agen risiko. <sup>21</sup> Menurut hasil penelitian responden sudah melakukan aktivitas berdagang sangat lama sehingga responden memiliki tingkat risiko yang tinggi. Sebagaimana diperkuat oleh pernyataan Darmawan (2018) durasi masa kerja yang panjang berkontribusi pada peningkatan risiko terjadinya penyakit pada sistem pernapasan. Semakin lama seseorang bekerja, maka semakin panjang pula waktu terpaparnya terhadap zat pencemar. Masuknya partikel asing ke dalam sistem pernapasan melalui mekanisme inhalasi dapat memicu timbulnya manifestasi klinis pada sistem pernapasan. <sup>18</sup>

*Intake* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suatu agen risiko dapat terkumulasi oleh tubuh dalam satuan mg/kg/hari. Pada penelitian ini, agen risiko PM<sub>10</sub> dapat terkumulasi tubuh melalui jalur inhalasi (terhirup). Perhitungan *intake* memiliki arti, bahwa seberapa besar PM<sub>10</sub> dapat terhirup oleh responden pada waktu aktual. Berdasarkan perhitungan *intake* pada masing-masing titik responden, menunjukkan bahwa hasil nilai *intake* setiap titik memiliki perbedaan. Hal ini beriringan dengan penelitian Pangestika & Wilti (2020) yang menyatakan bahwa perbedaan nilai *intake* antar individu dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti konsentrasi paparan, durasi, waktu, dan frekuensi pajanan yang disesuaikan dengan aktivitas masing-masing responden. <sup>23</sup> Semakin besar nilai asupan responden semakin besar tingkat risiko yang akan diterima responden. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Gusti *et al* (2018), Semakin tinggi nilai *intake* yang diterima oleh seseorang, maka semakin besar pula potensi risiko terhadap gangguan kesehatan akibat paparan agen berbahaya. <sup>1</sup>

### Karakterisasi Risiko

Penelitian ini berfokus pada karakteristik non-karsinogenik, tahapan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko yang diterima oleh responden akibat paparan PM<sub>10</sub>. Jika didapati nilai  $RQ \leq 1$  maka dapat diartikan suatu agen risiko dinyatakan tidak berisiko atau aman, sebaliknya jika didapati nilai  $RQ > 1$  maka suatu agen risiko sudah berisiko atau tidak aman bagi populasi. Berdasarkan hasil penelitian tingkat risiko (RQ) pada responden diketahui bahwa terdapat 15 (33,3%) responden yang memiliki nilai  $RQ > 1$  yang diartikan berisiko atau tidak aman. Dimana didapatkan pada responden titik 1 terdapat 1 (7,7%) responden yang berisiko, titik 2 terdapat 6 (31,6%) responden yang berisiko, dan pada titik 3 terdapat 8 (61,5%) responden yang berisiko. Besarnya tingkat risiko yang diterima responden dipengaruhi oleh pola aktivitas dan tingkat konsentrasi. Semakin tinggi pola aktivitas dan tingkat konsentrasi maka semakin besar pula nilai *intake* yang diterima responden, sehingga tingkat risiko yang diterima responden semakin besar.

Penelitian ini bertolak belakang dengan penelitian Saver (2021), mengenai ARKL pajanan PM<sub>10</sub> pedagang di Pertigaan Anduring Andalas Kota Padang, yang mana nilai RQ berada pada kategori aman ( $RQ \leq 1$ ). <sup>24</sup> Sebagaimana dengan penelitian A.Wulandari *et al* (2016), tingkat risiko pedagang kaki lima di Jalan Kaligawe Kota Semarang, didapatkan nilai  $RQ \leq 1$ . <sup>9</sup>

### Manajemen Risiko

#### Strategi Pengelolaan Risiko

Manajemen risiko merupakan tindakan strategis yang bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif dari paparan agen risiko. Dalam pendekatan ARKL, manajemen risiko menjadi hal yang penting dilakukan apabila didapatkan nilai  $RQ > 1$  dikarenakan hal ini menunjukkan adanya risiko terhadap kelompok

yang rentan<sup>25</sup>. Strategi pengelolaan risiko pada penelitian ini dilakukan dengan cara menentukan konsentrasi aman, waktu paparan aman, dan frekuensi paparan aman. Sejalan dengan penelitian Sentosa *et al* (2022) pada paparan debu PM<sub>10</sub> pada pekerja mabel kayu bahwa pengelolaan risiko dilakukan dengan cara pengurangan konsentrasi paparan agen risiko serta pengurangan waktu paparan.<sup>17</sup>

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil nilai konsentrasi PM<sub>10</sub> pada semua titik Jalan Raya Kebayoran Lama secara keseluruhan dalam waktu pengukuran siang dan sore melebihi baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 dimana baku mutu PM<sub>10</sub> sebesar 75 µg/m<sup>3</sup>. Nilai RfC yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,0087 mg/kg/hari. Analisis perhitungan *intake* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara masing-masing titik responden. Hal ini dipengaruhi oleh pola aktivitas yang dimiliki responden sangat bervariasi. Tingkat risiko pada penelitian ini didapatkan sebanyak 15 responden yang berisiko (RQ>1) dan sebanyak 30 responden yang tidak berisiko (RQ≤1). Manajemen risiko pada penelitian ini dilakukan dengan cara strategi pengelolaan risiko dengan menentukan batas konsentrasi aman, frekuensi aman, dan lama paparan aman terhadap responden yang memiliki nilai RQ>1. Walaupun tidak semua responden berisiko dan masih mempunyai nilai aman akibat paparan PM<sub>10</sub>. Pedagang kaki lima dianjurkan menggunakan masker selama beraktivitas untuk mengurangi potensi bahaya akibat paparan PM<sub>10</sub>. Dan diperlukannya tindakan lanjut oleh pemerintah seperti Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan Hidup, dan Kecamatan dan Kelurahan Kebayoran Lama untuk dapat melakukan upaya lanjutan dalam meminimalkan paparan PM<sub>10</sub> terhadap pedagang kaki lima.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gusti A, Arlesia A, Anshari LH. Penurunan Derajat Kesehatan Pedagang Akibat Paparan Debu PM10 di Kawasan Pasar Siteba Kota Padang. *Media Kesehat Masy Indones*. 2018;14(3):233.
2. World Health Organization. World Health Organization. 2020. Ambient (outdoor) air pollution. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
3. Alfani G. Pengaruh Gas Hidrogen Dari Larutan Sodium Hidroksida Terhadap Emisi Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Kendaraan Bermotor. *J Simetrik*. 2021;11(1):417–21.
4. BPS BPS. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit). Badan Pusat Statistik. 2022. p. 19–22.
5. Budi M. [www.detik.com](http://www.detik.com). 2023. KLHK Jelaskan Sumber Polusi Udara DKI, Emisi Transportasi Paling Tinggi Baca artikel detiknews, "KLHK Jelaskan Sumber Polusi Udara DKI, Emisi Transportasi Paling Tinggi.
6. Gunawan H, Ruslinda Y, Bachtiar VS, ... Model Hubungan Konsentrasi Particulate Matter 10 (PM10) di Udara Ambien Dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Primer Kota Padang. *J UMJ Semin Nas Sains dan Teknol* 2018. 2018;1–11.
7. USEPA. Overview of Particulate Matter (PM) Air Quality in the United States. 2023;
8. Lestari. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO Pada Pedagang di Pasar Kebalen Kota Malang. *Skripsi Fak Kesehat Lingkungan Stikes Widyagama Husada Malam*. 2021;1–125.

9. Wulandari A, Hanani YD, Raharjo M. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Particulate Matter (PM10) Pada Pedagang Kaki Lima Akibat Aktivitas Transpotasi (Studi Kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang). *J Kesehat Masy*. 2016;4(3):677–91.
10. Anggarani A. Pedagang Kaki Lima Penyumbang Kemacetan di Pasar Kebayoran L [Internet]. 2022. Available from: <https://kumparan.com/anggi-anggarani/pedagang-kaki-lima-penyumbang-kemacetan-di-pasar-kebayoran-lama-1xgTiHalup7>
11. Raharjo P. Efektivitas Penertiban Pedagang Kaki Lima ( PKL ) di Pasar Kebayoran Lama Kota Administrasi Jakarta Selatan. *Public Adm*. 2018;2(2):192–211.
12. BSN BSN. Penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara roadside. 2005. p. 12.
13. Direktur Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). 2012. 1–84 p.
14. Sukmawati PD, Dhevi Warisaura A. Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Gas Monoksida dan Particulate Matter di Jalan Gejayan, Yogyakarta. *J Serambi Eng*. 2023;8(3):6561–6.
15. Saragih EE, Jati DR, Pramadita S. Industri Galangan Kapal serta Pengaruhnya terhadap Lingkungan Kerja baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan Menganalisis pengaruh kualitas udara terhadap lingkungan kerja dan. 2022;10(2):129–38.
16. Farahdiba AU, Juliani A. Analisis Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Kualitas Udara Di Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. *J Teknol Technoscientia*. 2016;8(2):118–26.
17. Darmawan R. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kadar NO2 Serta Kekuhan Kesehatan Petugas Pemungut Karcis TOL Environmental Health Risk Assessment of NO 2 Ambient Level and Toll Collectors Officer’S Health Complaints. *J Kesehat Lingkungan No1*. 2018;10(2):116–25.
18. Faisya AF, Putri DA, Ardillah Y. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Hidrogen Sulfida (H2S) dan Ammonia (NH3) Pada Masyarakat Wilayah TPA Sukawinatan Kota Palembang Tahun 2018. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2019;18(2):126.
19. Rahmadani R, Tualeka AR. Health Risk Characteristic Due to Air Pollution Exposure in Shoe Soles Workers (around Bubutan Road in Surabaya city). *J Kesehat Lingkung*. 2016;8(2):164.
20. Alchamdani. NO2 and SO2 Exposure to Gas Station Workers Health Risk in Kendari City. *J Kesehat Lingkung*. 2019;11(4):319–30.
21. Elanda Fikri DRD. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM2.5 dan PM10 Pada Pekerja PT. Beton Elemenindo Perkasa Tahun 2024. *J Kesehat Lingkung Indones* [Internet]. 2024;24(1):116–23. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/67628>
22. Pangestika R, Wilti IR. Karakteristik Risiko Non-Karsinogenik Akibat Paparan PM 2.5 Pada Masyarakat Di Kawasan Komersial Kota Jakarta. 2020;1–39. Available from: Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka
23. Saver TM. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Particulate Matter (PM10) Pada Pedagang di Pertigaan Anduring - Andalas Kota PadangTahun 2021. Vol. 75, *Pharmacognosy Magazine*. 2021.
24. Sri DIM. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Kapur Tohor (PM 2.5, TSP, dan SO2)

Pada Pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang di PT Bukit Asam TBK Tanjung Enim Sumatera Selatan. 2024.

25. Sentosa EA, Riviwanto M, Seno BA. Analisis Risiko Gangguan Fungsi Paru Akibat Paparan Debu PM10 Pada Pekerja Mebel Kayu. J Sanitasi Lingkung. 2022;2(1):30–7.