

---

## Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Karbon Monoksida (CO) pada Pedagang di Pasar Cikutra Kota Bandung Tahun 2024

### Environmental Health Risk Analysis of Carbon Monoxide (CO) Exposure to Traders at Cikutra Market, Bandung City in 2024

Rizal Hidayatulloh<sup>1\*</sup>, Arif Susanto<sup>2</sup>, Tri Mulyani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

\*Email korespondensi: rizalhidayatulloh@gmail.com

---

#### INFO ARTIKEL

##### Article History

Received : 14 April 2025

Revised : 7 Mei 2025

Accepted : 21 Mei 2025

##### Kata Kunci:

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), Karbon Monoksida (CO), Pedagang Pasar

##### Keywords:

*Environmental Health Risk Analysis, Carbon Monoxide, Traditional Market.*

Copyright@author

Licensed by CC BY-SA 4.0

---

#### ABSTRAK

Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu zat berbahaya yang dihasilkan dari emisi kendaraan yang berisiko terhadap populasi pedagang. Hal ini dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti ISPA. Data menunjukkan bahwa ISPA di Kota Bandung mencapai 94.479 kasus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko akibat paparan CO pada pedagang di Pasar Cikutra. Metode penelitian menggunakan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) yang dilakukan selama bulan Agustus sampai September 2024. Sampel subjek penelitian ini berjumlah 85 pedagang Pasar Cikutra. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *accidental sampling*. Data primer yang digunakan yaitu hasil pengukuran konsentrasi CO pada delapan titik pada tiga hari berbeda, berat badan, lama paparan, frekuensi paparan, dan durasi paparan yang berjualan di Pasar Cikutra. Data sekunder yang digunakan berupa hasil pengukuran suhu, kelembaban, tekanan dan kecepatan angin. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi pada pagi hari di delapan titik memiliki rentang 17,47 sampai 33,36 mg/m<sup>3</sup> dan sore hari 7,17 sampai 13,66 mg/m<sup>3</sup>. Nilai Risk Quotient (RQ) >1 di seluruh titik sampel. Pedagang di Pasar Cikutra berisiko terhadap gangguan kesehatan, sehingga konsentrasi CO di sekitar Pasar Cikutra perlu diperhatikan dan pedagang dapat memperhatikan penggunaan alat pelindung diri berupa masker untuk mencegah masuknya gas CO ke dalam tubuh.

---

#### ABSTRACT

*Carbon monoxide (CO) is a hazardous pollutant produced by vehicle emissions, posing health risks to market vendors. This study aims to assess the health risk level of CO exposure among vendors at Cikutra Market, Bandung, where acute respiratory infections (ISPA) have reached 94,479 cases. The research employed Environmental Health Risk Assessment (EHRA) conducted from August to September 2024, involving 85 vendors selected through accidental sampling. Primary data included CO concentration measured at eight points over three days, body weight, exposure time, frequency, and duration. Secondary data comprised temperature, humidity, pressure, and wind speed. CO concentrations ranged from 17.47 to 33.36 mg/m<sup>3</sup> in the morning and 7.17 to 13.66 mg/m<sup>3</sup> in the afternoon. Risk Quotient (RQ) values at all points exceeded 1, indicating significant health risks. Therefore, monitoring CO levels and promoting the use of personal protective equipment such as masks are necessary to protect vendors from CO inhalation.*

## PENDAHULUAN

Udara bersih dan berkualitas tinggi sangat penting bagi kehidupan, terutama untuk proses pernapasan<sup>1,2</sup>. Paparan karbon monoksida (CO) berdampak serius pada kesehatan, terutama pada penderita penyakit jantung dan sistem pernapasan. Karbon monoksida (CO) menghambat kemampuan darah dalam mengangkut oksigen dengan membentuk karboksihemoglobin (COHb), semakin tinggi kadar COHb maka akan menyebabkan keracunan bahkan kematian<sup>3,4</sup>. Gejala yang muncul pada kadar COHb 2,1–2,9% mencakup mata pedih, sesak napas, pusing, gangguan konsentrasi, mual dan muntah. Paparan CO sering terjadi di ruang tertutup seperti dalam kendaraan atau ruangan dengan ventilasi buruk, yang dapat meningkatkan risiko keracunan<sup>5</sup>. Paparan CO juga berhubungan dengan peningkatan tekanan darah sistolik dan diastolik serta meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), terutama akibat paparan asap rokok<sup>6</sup>. Hal inilah yang dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti ISPA. Data menunjukkan bahwa ISPA di Kota Bandung mencapai 94.479 kasus<sup>7</sup>.

Kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara dan polutan tertinggi yang menyumbang lebih dari 70% karbon monoksida (CO)<sup>1</sup>. Karbon monoksida (CO) adalah gas berbahaya yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar, dan bersifat toksik jika terhirup. Gas ini dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor yang mengandung karbon<sup>8,9</sup>. Karbon monoksida (CO) merupakan polutan udara yang tersebar luas dan berkontribusi terhadap peningkatan efek rumah kaca<sup>10</sup>. Karbon monoksida (CO) juga berkontribusi pada pemanasan global dan dapat memengaruhi ekosistem, terutama melalui penipisan kadar ozon di atmosfer<sup>9</sup>. Sumber utama emisi CO berasal dari kendaraan bermotor, mesin industri, pembakaran bahan bakar non-transportasi, serta sumber alami seperti kebakaran hutan<sup>11,12</sup>.

Konsentrasi CO di udara lebih tinggi di kawasan perkotaan dengan lalu lintas padat dibandingkan daerah pedesaan<sup>13</sup>. Polusi ini terutama disebabkan oleh kepadatan lalu lintas dan aktivitas industri, menjadikan CO sebagai salah satu indikator utama pencemaran udara di

kawasan urban<sup>14</sup>. Pertumbuhan urbanisasi, khususnya di Kota Bandung, meningkatkan penggunaan kendaraan bermotor, di mana kondisi ini berdampak pada penurunan kualitas udara<sup>15</sup>. Emisi kendaraan bermotor, terutama CO, memberikan kontribusi signifikan terhadap pencemaran udara<sup>7</sup>.

Pasar Cikutra, yang terletak di kawasan padat aktivitas, berpotensi menjadi sumber pencemaran udara akibat kemacetan lalu lintas, aktivitas pasar, dan keberadaan tempat pembuangan sampah sementara (TPS). Kemacetan di sekitar pasar juga meningkatkan konsentrasi CO di udara ambien, yang berisiko bagi pedagang dan masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko kesehatan akibat paparan CO di udara ambien di Pasar Cikutra terhadap pedagang.

Metode yang digunakan adalah Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk mengukur dampak paparan tersebut. Dalam konteks kesehatan lingkungan, ARKL digunakan untuk menilai dan mengelola risiko yang ditimbulkan oleh polutan seperti CO. ARKL melibatkan identifikasi sumber paparan, karakteristik polutan, serta dampaknya terhadap populasi yang terpapar. Proses ini meliputi *risk assessment*, pengelolaan risiko, dan komunikasi risiko, yang bertujuan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengendalian pencemaran udara dan perlindungan kesehatan masyarakat<sup>16,17</sup>. Hasil analisis risiko ini menjadi dasar dalam pengelolaan risiko untuk menentukan langkah mitigasi yang tepat, seperti pengurangan konsentrasi CO di udara, pengelolaan waktu dan frekuensi pajanan, serta penggunaan teknologi penanganan polusi<sup>18</sup>. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko akibat pajanan CO pada pedagang di Pasar Cikutra.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode ARKL dalam analisis risiko lingkungan. Metode ini digunakan untuk menilai dan penaksiran risiko kesehatan manusia yang diakibatkan oleh pajanan yang berbahaya di lingkungan. Data dikumpulkan dengan cara wawancara kepada pedagang dengan teknik *accidental sampling*. Kuesioner dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui karakteristik pola aktivitas pedagang, seperti umur, berat

badan, laju asupan, waktu pajanan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan. Pengambilan sampel udara menggunakan alat *Carbon Monoxide Meter Aeroqual Series 500*. Pengumpulan data diambil pada bulan September 2024. Data yang terkumpul dilakukan uji normalitas terlebih dahulu menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Hasil pengujian tersebut kemudian dianalisis untuk menetapkan risiko kesehatan lingkungan.

Populasi penelitian ini adalah seluruh pedagang di Pasar Cikutra, Bandung, yang berjumlah 552 pedagang. Sampel diambil menggunakan rumus Slovin dengan tingkat presisi 0,1 menghasilkan 85 responden. Sampel ini merepresentasikan pedagang yang dipilih secara *accidental sampling* yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan ketersediaan responden di lokasi penelitian<sup>19</sup>. Pengukuran kadar karbon monoksida dilakukan menggunakan alat *Aeroqual Series 500* sesuai dengan standar SNI 19-7119.9-2005 tentang pemantauan kualitas udara ambien. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga hari dalam seminggu, di delapan titik Pasar Cikutra, dengan jarak 1-5 meter dari pinggir jalan, dan dilakukan dua kali pengukuran dengan waktu yang berbeda (pagi dan sore).

**Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel Udara**

Titik	Lokasi
1	Ayam Potong Pa Adi
2	Mixue
3	Jus Teh Aan
4	SMAN 10 Bandung
5	SDN 022 Cicadas
6	Toko Citra
7	Rumah Makan Tanpa Nama
8	LPG 3kg Aceng Suganda

**Analisis Risiko Pajanan CO Pedagang di Pasar Cikutra**

Analisis risiko ini dilakukan dengan beberapa tahap perhitungan, yaitu sebagai berikut:

Laju Asupan (R)

$$y = 5,3 \ln(x) - 6,9 \quad \text{(Persamaan 1)}$$

Keterangan:

y = laju inhalasi (m<sup>3</sup>/hari)

x = berat badan (kg)

**Analisis Dosis Respon**

Analisis dosis respon dilakukan dengan menggunakan kajian literatur CO. Dosis respon diperoleh dari penurunan rumus IRIS-US EPA.

$$RfC = \frac{C \times R \times tE \times fE \times dt}{Wb \times tavg} \quad \text{(Persamaan 2)}$$

Keterangan:

RfC : *Reference of Concentrate* (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi Karbon monoksida (10 mg/m<sup>3</sup>)

R (rate) : Besaran Udara Yang Dhirup (0,83 m<sup>3</sup>/jam)

t<sub>E</sub> : Waktu Pajanan (24 jam/hari)

f<sub>E</sub> : Frekuensi Pajanan (350 hari/tahun)

d<sub>t</sub> : Durasi Pajanan (30 tahun)

Wb : Berat Badan (70 kg)

t<sub>AVG</sub> : Periode Waktu Rata-Rata

**Analisis Pajanan**

Analisis pajanan dilakukan dengan menghitung *intake* atau asupan dari *risk agent* dengan rumus:

$$Ink = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg} \quad \text{(Persamaan 3)}$$

Keterangan:

Ink : *Intake* (mg/kg/hari)

C : Konsentrasi Karbon monoksida (mg/m<sup>3</sup>)

R(rate) : Besaran Udara Yang Dhirup (m<sup>3</sup>/jam)

t<sub>E</sub> : Waktu Pajanan (jam/hari)

f<sub>E</sub> : Frekuensi Pajanan (hari/tahun)

d<sub>t</sub> : Durasi Pajanan (tahun)

Wb : Berat Badan (kg)

t<sub>AVG</sub> : Periode Waktu Rata-Rata

**Karakteristik Risiko**

Dalam menentukan tingkat risiko digunakan rumus:

$$RQ = \frac{Ink}{RfC/RfD} \quad \text{(Persamaan 4)}$$

Keterangan:

RQ : Karakteristik Risiko

Ink : *Intake*

RfC/RfD : Dosis referensi

**Manajemen Risiko**

Manajemen risiko ini dilakukan agar populasi yang terpajan akibat dari *risk agent* dapat memanipulasi agar diperoleh RQ=1. Batas konsentrasi CO aman dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C \text{ aman} = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{R \times tE \times fE \times dt} \quad \text{(Persamaan 5)}$$

Keterangan:

C aman : Batas Konsentrasi Karbon Monoksida Aman (mg/m<sup>3</sup>)

R (rate): Besaran Udara Yang Dhirup (m<sup>3</sup>/jam)

t<sub>E</sub> : Waktu Pajanan (jam/hari)

f<sub>E</sub> : Frekuensi Pajanan (hari/tahun)

d<sub>t</sub> : Durasi Pajanan (tahun)

Wb : Berat Badan (kg)  
 t<sub>AVG</sub> : Periode Waktu Rata-Rata

**Tabel 2. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov**

Variabel	SD	Nilai P
Umur (tahun)	10,457	0,507
Berat Badan (kg)	11,242	0,312
Waktu Pajanan (jam/hari)	4,283	<0,001
Frekuensi Pajanan (hari/tahun)	21,536	<0,001
Durasi Pajanan (tahun)	9,549	<0,001
Laju Inhalasi (m <sup>3</sup> /jam)	0,995	0,836

## HASIL

### Karakteristik Pola Aktivitas Pedagang di Pasar Cikutra

Data yang diperoleh kemudian dilakukan pengolahan untuk mengetahui jenis sebaran data, apakah terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Data terdistribusi secara normal apabila nilai uji lebih dari 0,05 ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan uji *Kolmogorov Smirnov* yang telah dilakukan, didapat nilai seperti tertera pada tabel 2.

Berdasarkan tabel 2 rata-rata umur responden sebesar 48,04 tahun dengan rentang umur antara 26 hingga 69 tahun. Jika dilakukan perbandingan dengan penelitian Wahyuni (2018) di Jalan Setiabudi Semarang, terlihat rata-rata umur responden sebesar 43 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata umur responden tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan<sup>22</sup>. Faktor yang sangat mempengaruhi bagi kesehatan pedagang adalah lama pajanan dan berat badan. Sebab apabila semakin besar berat badan dan waktu pajanan, maka akan besar pula *intake* CO yang masuk ke dalam tubuh. Apabila hal tersebut terjadi, maka tingkat risiko akan semakin besar. Tabel 3 merupakan ringkasan nilai variabel karakteristik pola aktivitas pedagang sebagai faktor pemajanan.

**Tabel 3. Karakteristik Pola Pedagang Pasar Cikutra**

Karakteristik Individu	Nilai
Berat Badan (Wb)	60,17 (kg)
Waktu Pajanan (tE)	8 jam/hari
Frekuensi Pajanan (fE)	340 hari/tahun

Karakteristik Individu	Nilai
Durasi Pajanan (dt)	12 tahun
Laju Inhalasi (R)	14,723 m <sup>3</sup> /jam

### Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Pasar Cikutra

Tabel 4 merupakan hasil pengukuran konsentrasi CO udara ambien dilakukan pada delapan titik lokasi di sepanjang Jalan Cikutra. Pengukuran dilakukan selama tiga hari dalam seminggu dengan waktu pengukuran pagi hari (06.30 sampai 07.30) dan sore hari (16.30 sampai 17.30). Variasi hari dilakukan untuk membandingkan kondisi pada saat hari biasa (*weekday*) dengan akhir pekan (*weekend*). Pertimbangan lain dikarenakan pada perbedaan waktu tersebut jumlah kendaraan yang melewati Pasar Cikutra lebih banyak dibandingkan dengan jam lainnya.

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Karbon Monoksida**

Titik Sampel	Rabu 4/9/2024		Sabtu 7/9/2024		Senin 9/9/2024	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Titik 1	26,6	10,9	19,1	7,1	29,1	8,2
Titik 2	26,6	10,5	18,4	7,4	27,9	9,8
Titik 3	19,1	8,8	15,4	9,0	25,6	6,3
Titik 4	20,1	7,4	16,1	8,0	25,9	6,3
Titik 5	15,3	9,1	17,3	10,0	21,3	8,2
Titik 6	18,4	6,3	19,1	11,9	21,0	8,9
Titik 7	26,6	10,2	22,1	10,2	27,0	9,0
Titik 8	26,0	10,6	23,2	10,1	27,3	10,1

Berdasarkan tabel 4 hasil pengukuran yang dilakukan di delapan titik dengan dua waktu dan variasi hari, pada semua titik sampling hasil konsentrasi CO berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021. Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat, konsentrasi maksimal CO tertinggi berada di titik 1 (Ayam Potong Pa Adi) sebesar 29,12 ppm pada pengukuran senin pagi (06.30 sampai 07.30). Sedangkan konsentrasi CO terendah berada di titik 4 (SMAN 10 Bandung) sebesar 6,28 ppm pada pengukuran senin sore (16.30 sampai 17.30). Hasil ini sejalan dengan penelitian Kurniawati (2017) yang menunjukkan adanya hubungan antara jumlah kendaraan dengan konsentrasi gas CO dikarenakan padatnya lalu lintas di Terminal Penggaron yang diperparah dengan banyaknya kendaraan yang berhenti untuk menunggu penumpang dalam kondisi mesin hidup<sup>5</sup>.

## Analisis Paparan dan Perhitungan *Intake* CO Pada Pedagang

Konsentrasi paparan personal (*intake*) CO yaitu jumlah konsentrasi yang diterima dan masuk ke dalam badan manusia dengan rata-rata sampel per berat badan (kg) sampel per harinya. Pada penelitian ini akan menggunakan *intake* non karsinogenik yang dihitung untuk lamanya pedagang berada di lokasi atau selama berjualan di Pasar Cikutra sampai saat penelitian ini dilakukan. *Intake* CO dihitung menggunakan persamaan (3) dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 5. *Intake* Populasi

Titik Sampel	Rabu		Sabtu		Senin	
	4/9/2024		7/9/2024		9/9/2024	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Titik 1	22,21	9,11	15,93	5,92	24,33	6,86
Titik 2	22,21	8,80	15,34	6,06	23,30	8,18
Titik 3	15,93	7,34	12,85	7,50	21,40	5,23
Titik 4	16,75	6,20	13,46	6,69	21,67	5,25
Titik 5	12,74	7,61	14,44	8,36	17,77	6,88
Titik 6	15,34	5,30	15,94	9,96	17,52	7,43
Titik 7	22,19	8,56	18,48	8,53	22,54	7,54
Titik 8	21,71	8,87	19,36	8,45	22,84	8,40

*Intake* yang dimiliki pedagang tiap lokasi berbeda-beda. Nilai dari konsentrasi CO akan berbanding lurus dengan besar nilai *intake*. Oleh sebab itu, semakin besar konsentrasi CO, maka akan semakin besar pula nilai *intake*.

## Analisis Dosis Respon

Analisis dosis respon digunakan untuk menetapkan nilai kuantitatif toksisitas dari suatu *risk agent*, dimana bertujuan untuk mengetahui apakah berpotensi dalam menimbulkan efek yang tidak baik bagi kesehatan, bagi polusi yang beresiko atau tidak. Pada analisis risiko untuk jalur inhalasi dinyatakan dengan *Reference Concentration* (RfC). Data dosis acuan pada umumnya dikeluarkan dari *National Ambient Quality Standard* (NAQS) EPA<sup>29</sup>. dikarenakan belum adanya dosis acuan untuk CO, maka berlaku persamaan (2) sebagai berikut:

$$RfC = \frac{C \times R \times tE \times fE \times dt}{Wb \times tavg} \quad (2)$$

$$RfC = 2,7287 = 2,729 \text{ mg/kg/hari}$$

## Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko adalah upaya agar dapat diketahuinya tingkat risiko atau bahaya dari *risk agent* di tubuh yang terpajan. Apabila nilai karakteristik risiko (RQ)  $\leq 1$  maka manusia atau populasi yang terpajan dianggap aman. Apabila RQ  $> 1$  maka manusia atau populasi yang terpajan dianggap tidak aman, maka harus dilakukan pengendalian dengan manajemen risiko. Nilai tingkat risiko dihitung menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$RQ = \frac{\textit{intake}}{RfC} \quad (4)$$

$$RQ = 8,14$$

Tabel 6. Tingkat Risiko Pedagang

Titik Sampel	Rabu		Sabtu		Senin	
	4/9/2024		7/9/2024		9/9/2024	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Titik 1	8,14	3,34	5,84	2,17	8,92	2,51
Titik 2	8,14	3,22	5,62	2,22	8,54	3,00
Titik 3	5,84	2,69	4,71	2,75	7,84	1,92
Titik 4	6,14	2,27	4,93	2,45	7,94	1,92
Titik 5	4,67	2,79	5,29	3,06	6,51	2,52
Titik 6	5,62	1,94	5,84	3,65	6,42	2,72
Titik 7	8,13	3,14	6,77	3,13	8,26	2,76
Titik 8	7,95	3,25	7,09	3,10	8,37	3,08

Hasil konsentrasi CO diukur menggunakan alat *Aerosqual Series 500*. Laju inhalasi pedagang di Pasar Cikutra dipengaruhi oleh lamanya pedagang berjualan serta berat badan yang dimiliki oleh pedagang. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan seluruh sampel memiliki nilai RQ  $> 1$  atau dapat dikatakan memiliki risiko terhadap kesehatan. Maka untuk meminimalisir dari dampak risiko yang diberikan, perlu dilakukan manajemen risiko<sup>18</sup>. Dengan melakukan beberapa tindakan dengan berbagai pendekatan agar dapat mengurangi dampak risiko yang akan diterima.

## Manajemen Risiko

Manajemen risiko bertujuan untuk melindungi populasi yang terpapar CO dengan mengurangi atau menghindari paparan, atau menggunakan alat pelindung diri. Dalam penelitian ini, manajemen risiko difokuskan pada penentuan batas aman konsentrasi CO yang dapat diterima oleh pedagang. Batas aman dihitung dengan persamaan (5) sebagai berikut:

$$C \text{ aman} = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{R \times tE \times fE \times dt} \quad (5)$$

Dengan menurunkan konsentrasi dapat menekan nilai batas aman dari paparan polutan secara kuantitatif, dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_{\text{aman}} = 1,50 \text{ mg/m}^3$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi aman CO adalah  $1,50 \text{ mg/m}^3$  atau setara dengan 1,31 ppm, yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi CO di Pasar Cikutra yang bervariasi antara 24,02 sampai  $33,36 \text{ mg/m}^3$ . Konsentrasi yang direkomendasikan oleh peraturan pemerintah adalah  $10 \text{ mg/m}^3$  dalam satu jam atau  $4 \text{ mg/m}^3$  dalam delapan jam.

### Durasi Paparan Aman

Pengendalian risiko dapat dilakukan dengan membatasi durasi paparan pedagang yang terpapar CO. Penentuan durasi paparan aman dilakukan dengan membatasi lamanya populasi di suatu pemukiman dengan cara merelokasi jika sudah melewati durasi batas aman<sup>18</sup>. Berikut cara menghitung durasi paparan yang dapat dikendalikan, yaitu melalui persamaan (6) di bawah.

$$dt = \frac{RfC \times Wb \times tavg}{C \times R \times tE \times fE} \quad (6)$$

Tabel 7. Durasi Paparan Aman

Titik	Lokasi	Durasi Paparan Aman
1	Ayam Potong Pa Adi	1,35 tahun
2	Mixue	1,41 tahun
3	Jus Teh Aan	1,48 tahun
4	SMAN 10 Bandung	1,51 tahun
5	SDN 022 Cicadas	1,84 tahun
6	Toko Citra	1,87 tahun
7	Rumah Makan Tanpa Nama	1,45 tahun
8	LPG 3kg Aceng Suganda	1,43 tahun

Berdasarkan perhitungan, durasi paparan yang aman berkisar antara 1,35 hingga 1,87 tahun, tergantung pada titik sampel di Pasar Cikutra. Jika durasi paparan melebihi batas aman ini, relokasi ke lokasi yang lebih aman diperlukan untuk menghindari dampak negatif pada kesehatan pedagang dalam jangka panjang.

### Penapisan Alternatif untuk Pengelolaan Risiko

Karbon monoksida berdampak buruk bagi kesehatan, sebab ketika karbon monoksida masuk ke dalam tubuh, ia mengurangi jumlah oksigen yang bisa diserap oleh tubuh dan jaringan sehingga akan menyebabkan masalah kesehatan serius, bahkan kematian. Butuh waktu sekitar satu hari penuh agar karbon monoksida benar-benar keluar dari tubuh.

Dampak karbon monoksida bervariasi antara orang dengan kondisi tubuh gemuk dan kurus, atau antara orang sehat dan sakit, serta bergantung pada lama waktu kontak dengan zat pencemar. Berikut beberapa penjelasan untuk menanggulangi permasalahan paparan karbon monoksida.

### Pendekatan Teknologi

Penggunaan teknologi untuk mengurangi konsentrasi CO dapat dilakukan dengan pemantauan dan pengawasan berkala terhadap kualitas udara<sup>18</sup>. Selain itu, penghijauan melalui fitoremediasi, yang menggunakan tanaman untuk mengurangi polutan, dapat diterapkan. Beberapa tanaman seperti pohon cempaka dan lidah mertua dapat membantu mereduksi CO. Pendekatan lain yang dapat dipertimbangkan adalah penggunaan teknologi Bio Urban, pohon buatan yang dapat menyaring udara tercemar dan menghasilkan oksigen bersih<sup>18</sup>.

### Pendekatan Sosial-Ekonomis

Pendekatan ini melibatkan sosialisasi kepada pedagang mengenai pentingnya penggunaan alat pelindung diri (APD), terutama masker, untuk mengurangi paparan CO. Pemerintah dapat melakukan kampanye untuk meningkatkan kesadaran dan memastikan pedagang menggunakan APD secara konsisten untuk mengurangi konsentrasi CO yang masuk ke dalam tubuh.

### PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan kadar CO tertinggi sebesar  $33,36 \text{ mg/m}^3$  dan terendah  $7,17 \text{ mg/m}^3$ . Pada konsentrasi ini paparan gas CO dapat berdampak luas bagi kesehatan manusia. Salah satunya menyebabkan ISPA yang 30,87% disebabkan oleh keracunan karbon monoksida<sup>20</sup>. Hasil studi<sup>21</sup> menunjukkan bahwa sekitar 30% orang dengan keracunan karbon monoksida yang parah memiliki efek yang fatal. Keracunan tersebut terjadi setelah menghirup gas CO pada 100 ppm atau lebih besar.

Variabel laju asupan dan pola aktivitas merupakan variabel yang berbanding lurus dengan nilai *intake*. Semakin besar kedua nilai ini, maka semakin besar nilai *intake* yang didapatkan. Hal ini sejalan dengan penelitian<sup>22</sup> yang menyatakan asupan gas CO akan dipengaruhi oleh durasi paparan. Konsentrasi COHb dalam darah terbukti secara signifikan dipengaruhi oleh lama paparan ( $p=0.002$ ) dengan durasi antara 161–240 hari/tahun pada

masyarakat berisiko di sepanjang Jalan Setiabudi Semarang<sup>23</sup>. Sedangkan variabel berat badan merupakan variabel yang berbanding terbalik dengan nilai *intake*. Semakin besar ukuran berat badan seseorang, maka nilai *intake* menjadi semakin kecil<sup>24</sup>. Di samping itu, faktor berat badan seseorang juga mempengaruhi risiko saat bekerja. Kapasitas paru yang lebih kecil mempengaruhi sistem pernapasan menjadi lebih berat. Hal ini terjadi akibat dinding dada dan abdomen yang tertimbun lemak<sup>25</sup>.

*Intake* pajanan CO dihitung menggunakan variabel konsentrasi CO, pola aktivitas dan data antropometri responden. Hasil perhitungan ini akan digunakan untuk menghitung risiko pajanan. Melalui *intake* didapatkan nilai *intake* populasi CO tertinggi 24,33 mg/kg/hari dan terendah 5,23 mg/kg/hari. Selain itu, penelitian lain menyebutkan bahwa nilai kadar CO berbanding lurus dengan nilai *intake*. Hal tersebut dibuktikan melalui uji analisis dimana hubungan keeratan antara kadar CO dan *intake* CO hampir mencapai 1 dalam penelian<sup>24</sup>.

Pada penelitian ini, nilai RQ secara menyeluruh memiliki nilai >1. Hal ini sejalan dengan penelitian<sup>26</sup> yang menunjukkan perhitungan individu terdapat 23 atau 39,66% responden yang nilai RQ>1, yang berarti ke-23 responden tersebut berisiko atau tidak aman. Namun berbanding terbalik dengan penelitian<sup>26</sup> yang menunjukkan nilai RQ ≤ 1 dimana 32 dari 34 responden masih dalam batas aman. Nilai RQ ini berbeda diakibatkan kadar CO, pola aktivitas dan data antropometri responden yang berbeda pula. Sedangkan untuk nilai RQ *lifetime* menunjukkan nilai RQ > 1 untuk seluruh responden. Hal ini dikarenakan perbedaan durasi pajanan yang digunakan untuk perhitungan. Hal ini sejalan dengan penelitian<sup>21</sup> dimana nilai RQ pada penelitian ini berada diatas batas aman yakni RQ > 1.

Beberapa penelitian ARKL terkait paparan CO rata-rata menunjukkan kondisi aman namun apabila paparan dilanjutkan terus menerus maka berpotensi akan menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja atau pedagang sehingga penggunaan alat pelindung diri merupakan upaya paling utama untuk mencegah paparan semakin banyak masuk ke dalam tubuh<sup>22,28</sup>. Masker respirator merupakan masker yang paling efektif untuk menghalau asap yang mengandung partikel berbahaya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik pedagang Pasar Cikutra memiliki rata-rata berat badan 60,17 kg. Nilai *median* lama pajanan pada penelitian ini adalah 8 jam/hari. Nilai *median* frekuensi pajanan yaitu 340 hari/tahun. Nilai *median* durasi pajanan yaitu 12 tahun. Laju inhalasi sebesar 14,723 m<sup>3</sup>/jam. Konsentrasi CO di Pasar Cikutra diperoleh konsentrasi di delapan titik sampling pada pagi hari dengan rentang 17,47 sampai 33,36 mg/m<sup>3</sup> dan sore hari 7,17 sampai 13,66 mg/m<sup>3</sup>. Lokasi yang memiliki konsentrasi CO paling tinggi adalah di depan Toko Ayam Potong Pa Adi dengan nilai 33,36 mg/m<sup>3</sup>. *Intake* CO pada pedagang diperoleh nilai 5,23 sampai 24,33 mg/kg/hari. Nilai RQ >1 di seluruh titik sampel, sehingga dapat dikatakan disimpulkan bahwa seluruh pedagang di Pasar Cikutra berisiko atau tidak aman terhadap pajanan zat polutan CO di udara ambien yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Langkah yang dapat diterapkan dalam mengendalikan risiko di Pasar Cikutra Kota Bandung. Mengurangi durasi pajanan dengan membatasi waktu keberadaan populasi di pasar. Jika melebihi batas aman, relokasi perlu dilakukan dengan target bertahan antara 1,35 hingga 1,87 tahun. Menerapkan penapisan alternatif melalui metode fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tanaman untuk mengurangi zat berbahaya. Melibatkan pemerintah dalam menangani masalah ini, termasuk relokasi pedagang ke lokasi yang lebih aman. Diperlukan pengawasan dan pemantauan berkala terhadap konsentrasi CO di Pasar Cikutra, serta memberikan sosialisasi dan himbauan kepada pedagang agar tetap menggunakan alat pelindung diri (APD) masker saat berjualan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Aprilia D N, Nurjazuli dan Joko T. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Petugas Pengumpul Tol di Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2017;5(3):367-368.
2. Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A and Bezirtzoglou E (2020) Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Front. Public Health* 8:14.

3. Raming V V, Umboh JML, Warouw F, Kesehatan F, Universitas M, Ratulangi S, et al. Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO). Kesmas. 2022;11(4):95-101.
4. Herlina J, Ekawaty P, Nurwulan I. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan *Particulate Matter* (PM<sub>10</sub>) dan Karbon Monoksida (CO) Pada Masyarakat Di Desa Buata Kecamatan Botupingge. Jurnal Sulolipu. 2023;23(1):188.
5. Kurniawati ID, Nurullita U, Mifbakhuddin. Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah kendaraan dan Kondisi Iklim (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron Semarang). Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia. 2017;12(2):19-24.
6. Azizah N, Suprpto H. Pengaruh Kebutuhan Air Irigasi Terhadap Penurunan Muka Air Tanah Menggunakan *Modflow-Usg* Di Sragen, Jawa Tengah. Jurnal Sumber Daya Air. 2022;18(1):27-39.
7. Badan Pusat Statistik. Jenis Penyakit (Kunjungan) 2019 - 2020 Kota Bandung. 2020.
8. Rionaldo E P, Sulistyani, Mursif R. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Akibat Paparan Karbon Monoksida (CO) Melalui Inhalasi Pada Pedagang di Sepanjang Jalan Depan Pasar Projo Ambarawa Kabupaten Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2017;5(5):824-825.
9. Anwar FS, Mallongi A, Maidin MA. Kualitas Udara Ambien Co Dan Tsp Di Permukiman Sekitar Kawasan Industri Pt. Semen Tonasa. Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim. 2019;2(1).
10. Sherli W, Andi S, Emmi B, Syahrub B. Analisis Risiko Paparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Anak Sekolah Di SD Negeri Kakatua Kota Makassar Tahun 2017. E-Jurnal UIN Alauddin Makassar. 2019;5(1).
11. Lestari. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO Pada Pedagang di Pasar Kebalen Kota Malang. Skripsi Fakultas Kesehatan Lingkungan Stikes Widyagama Husada Malam I;2021;1-125.
12. Mark Garrett. Encyclopedia of Transportation : *Social Science and Policy*. SAGE Publication, Inc; 2014. Vol. 4, pp. 30-32.
13. Diken YD, Irawan WW, Endro S. Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO). Jurnal Teknik Lingkungan. 2017;6(1):1-14.
14. Wang Y, Yao C, Xu C, Zeng X, Zhou M, Lin Y, et al. Carbon monoxide and risk of outpatient visits due to cause-specific diseases: A time-series study in Yichang, China. Environ Heal A Glob Access Sci Source. 2019;18(1):1-11.
15. Badan Pusat Statistik. Jumlah Penduduk (Jiwa) 2018 - 2020 Kota Bandung. 2018.
16. Chairunnisa RI. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Karbon Monoksida (Co) Pada Pedagang Tetap Di Sekitar Kampus 1 Uin Jakarta. Angew Chemie Int Ed 6(11), 951-952. 2022;(Mi):5-24.
17. Syahrul Basri EB, Munawir Amansyah, Habibi S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan). 2015;1-6.
18. Dirjen P2PL. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Guidance on Environmental Health Risk Analysis). 2016. 1-82 p.
19. Sulthan A. F. B. M, Fea F, Septia P R. Analisis Risiko Paparan Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Pedagang Di Sepanjang Jalan Depan Pasar Bandar Buat Kota Padang. Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan. 2021;02(2):72-73.
20. Dinas Kesehatan Kota Padang. Profil Kesehatan Kota Denpasar Tahun 2018. J Chem Inf Model. 2018;53(9):1689-99.
21. Lestari A, Subhi M, Yuniastuti T. Analisis Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan CO pada Pedagang di Pasar Kota Malang. Media Husada Jurnal Environmental Health. 2021;1(1):1-6.
22. Wahyuni E, Hanani YD, Setiani O. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon

Monoksida pada Pedagang Kaki Lima (Studi Kasus Jalan Setiabudi Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2018;6(6):87-93.

23. Hazsya M, Nurjazuli, D L. Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Dan Faktor-Faktor Resiko Dengan Konsentrasi Cohb Dalam Darah Pada Masyarakat Beresiko Di Sepanjang Jalan Setiabudi Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2018;6(6):2356-3346.
24. Herman A, Cahyana GH, Mulyani T. Analisis Pengukuran Konsentrasi Karbonmonoksida (CO) Pada Breathing Zone Petugas Parkir Basement Mall Kota Bandung. *ENVIROSAN Jurnal Teknik Lingkungan*. 2019;2(1):42-51.
25. Saminan. Efek Kelebihan Berat Badan terhadap Pernafasan. *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika*. 2019;2(4):27-33.
26. Ajia G. Akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (Co) Pada Pedagang Kaki Lima Di Pasar Perumnas Sako Kota Palembang Akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (Co) Pada Pedagang Kaki Lima Di Pasar Perumnas Sako Kota Palembang. *Kesehatan Masyarakat*. 2020;
27. Suparyati. Efek Asap Bakaran Sate Terhadap Jumlah Rekusosit Pada Pedagang Sate di Kecamatan Wiradesa Kabupaten Pekalongan. *Pharmacogn Mag*. 2021;75(17):399-405.
28. Faiz SA, Firdani F, Rahmah SP. Analisis Risiko Pajanan Gas Karbon Monoksida (CO) pada Pedagang di Sepanjang Jalan Depan Pasar Bandar Buat Kota Padang Tahun 2021. *Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan*. 2021;2(2):71-82.
29. National Research Council. 1983. *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/366>