



Kualitas Udara Emisi Karbon Monoksida (Co) dan Persepsi Gangguan Kesehatan di Kota Tomohon: Prespektif Ekologis dan Kesehatan Lingkungan

Sinthia Brigyta Pangerapan^{1*}, Lina Warlina¹, A. Hadian Pratama Hamzah¹

¹ Program Magister Studi Lingkungan, Universitas Terbuka, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: sinthiabrigyapangerapan@gmail.com

Article History:

Received: August 25, 2025

Revised: September 29, 2025

Accepted: September 20, 2025

Keywords:

Air Pollution, Air Quality,
Carbon Monoxide (CO),
Environmental Health,
Tomohon City

Abstract: Air pollution in urban areas is a serious problem, especially in locations with heavy traffic and incomplete combustion activities. This study aims to analyse air quality, specifically the concentration of Carbon Monoxide (CO), on Jalan Pusat Kota Tomohon and to identify the perception of the public and satay vendors regarding the health problems they may experience. This descriptive study uses direct measurement methods at three strategic locations and the distribution of questionnaires to respondents. The results show that the average CO level on Jalan Pusat Kota Tomohon is $2233\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, which generally, at most points and at certain times, still meets the air quality standards based on Government Regulation No. 22 of 2021. The highest CO level reached $2634\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ at Location 1 in front of Anugerah Restaurant in the late afternoon to evening, which has high traffic density and charcoal burning activities. Meanwhile, from interviews with several satay vendors, information was obtained that they experience health complaints such as coughing, sore throat, shortness of breath, and chest pain. These complaints are strongly suspected to be related to exposure to charcoal burning smoke and vehicle emissions that occur regularly. This study concludes that although the CO concentration is generally still below the threshold, chronic exposure still has the potential to cause health problems for vulnerable populations such as satay vendors.

Copyright © 2025, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Pangerapan, S. B., Warlina, L., & Hamzah, A. H. P. (2025). Kualitas Udara Emisi Karbon Monoksida (Co) dan Persepsi Gangguan Kesehatan di Kota Tomohon: Prespektif Ekologis dan Kesehatan Lingkungan. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 4(9), 2112–2124. <https://doi.org/10.55681/sentri.v4i9.4532>

PENDAHULUAN

Udara adalah komponen vital bagi kehidupan, namun kualitasnya terus menurun akibat aktivitas manusia, terutama di wilayah perkotaan. Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021). Salah satu polutan utama yang berbahaya adalah Karbon Monoksida (CO). Karbon Monoksida (CO) adalah gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna. Sifatnya yang tidak terdeteksi oleh indra membuatnya dijuluki *silent killer* (Winatama, Derystanto, 2023). CO mengikat hemoglobin (Hb) membentuk karboksihemoglobin (COHb), sehingga mengurangi kapasitas darah untuk mengangkut oksigen dan menyebabkan hipoksia. Konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian (Putra & Rismawan, 2023).

Sebagian besar gas CO di udara (sekitar 75%) berasal dari sektor transportasi akibat pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna (Arini et al., 2023). Peningkatan populasi kendaraan bermotor di perkotaan secara langsung berdampak pada peningkatan emisi CO. Di samping itu, sumber emisi buatan lainnya yang signifikan adalah pembakaran arang, seperti yang dilakukan oleh para pedagang sate (Minhatul Maula, 2024)

Kota Tomohon, sebagai salah satu pusat pertumbuhan di Sulawesi Utara, memiliki Jalan Pusat Kota yang padat akan lalu lintas dan juga menjadi lokasi strategis bagi banyak pedagang sate. Aktivitas gabungan antara emisi kendaraan bermotor dan asap pembakaran arang menciptakan potensi paparan CO yang tinggi bagi masyarakat yang beraktivitas di sekitarnya. Dampak kesehatan paparan CO dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari pusing, mual, hingga sesak napas. Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan pekerja yang terpapar secara rutin, seperti pedagang sate, memiliki risiko lebih tinggi. Penelitian (Astriyani et al., 2023) telah mengaitkan paparan asap pembakaran arang pada pedagang sate dengan risiko kesehatan. Observasi awal dan wawancara dengan beberapa pedagang sate menunjukkan adanya keluhan kesehatan seperti batuk, sakit tenggorokan, dan sesak napas, yang diduga berhubungan dengan paparan asap tersebut. Berdasarkan kondisi ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas udara dan mengkaji persepsi masyarakat terkait dampak kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas karbon monoksida (CO) di Jalan Pusat Kota Tomohon dan menganalisis persepsi gangguan kesehatan yang dialami masyarakat dan pedagang sate di Jalan Pusat Kota Tomohon.

LANDASAN TEORI

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 menjadi dasar penetapan baku mutu udara. Baku mutu udara digunakan untuk mengetahui batasan terhadap zat, energi, atau komponen lain yang tercampur pada udara. Apabila zat, energi, atau komponen lain yang tercampur pada udara ambien melebihi batasan yang ditetapkan pada peraturan pemerintah, maka bisa dikatakan udara ambien tersebut sudah mengalami pencemaran udara dan bisa mengganggu kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Tabel 2.1 merupakan nilai baku mutu udara ambien berpedoman pada Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021.

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 Jam	150 µg/m ³
		24 Jam	75 µg/m ³
		1 Tahun	45 µg/m ³
2	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 Jam	200 µg/m ³
		24 Jam	65 µg/m ³
		1 Tahun	50 µg/m ³
3	Karbon Monoksida (CO)	1 Jam	10000 µg/m ³
		8 Jam	4000 µg/m ³

4	Ozon (O ₃)	1 Jam	150 µg/m ³
		24 Jam	100 µg/m ³
		1 Tahun	35 µg/m ³
5	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 Jam	160 µg/m ³
6	Timbal (Pb)	24 Jam	2 µg/m ³
7	Partikulat debu 100 µg (TSP) Partikulat debu 10 (PM ₁₀) Partikulat debu 2,5 (PM _{2,5})	24 Jam	230 µg/m ³
		24 Jam	75 µg/m ³
		1 Tahun	40 µg/m ³
		24 Jam	15 µg/m ³
		1 Tahun	2 µg/m ³

Dalam melakukan penelitian mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu, yaitu Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kinoshita (2020), Karbon Monoksida (CO) adalah penyebab utama kematian akibat keracunan di banyak negara, termasuk Jepang. Setiap tahun keracunan CO merenggut sekitar 2000-5000 nyawa di Jepang (Kinoshita, 2020).

Menurut Amalia (2017), gas CO merupakan komponen yang jumlahnya cukup banyak di udara yang terbentuk sebagai akibat dari sumber-sumber yang mengalami pembakaran yang tidak sempurna, CO merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna yang berada dalam bentuk gas pada suhu di atas -192° C. Komponen ini mempunyai ukuran sebesar 96,5% dari komponen air dan tidak larut dalam air. Gas ini tinggal di udara sampai 2,5 bulan dan 55% gas ini diproduksi oleh aktifitas manusia. Produksi gas CO 3,5 milyar ton per tahun dari oksidasi gas metan akibat pembusukan tumbuh-tumbuhan. Sumber lain gas CO yang utama yaitu dari metabolisme tubuh manusia, pembakaran sampah, kebakaran hutan, sisa pembakaran batu bara dan pembakaran sisa pertanian.

Studi Wijaya (2022) di Palembang menemukan adanya hubungan signifikan antara paparan gas CO dan keluhan pernapasan subjektif pada penjual sate. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pedagang sate memiliki risiko tinggi terhadap masalah pernapasan akibat paparan asap arang.

Penelitian Purbayanti dan Hildayanti (2016) juga menyatakan bahwa pembakaran arang juga dapat mengeluarkan CO. Pemanfaatan arang baik arang kayu maupun arang lainnya dapat menimbulkan polutan berbahaya diantaranya berupa partikulat, karbon monoksida (CO), poliaromatik hidrokarbon (PAH), senyawa organik mudah menguap (VOC), logam berat dan senyawa toksik lainnya. Berdasarkan hal tersebut maka gas karbon monoksida dikategorikan menjadi salah satu polutan yang berbahaya karena dapat menyebabkan dampak kesehatan terhadap individu yang menggunakan arang sebagai keperluan untuk melakukan kegiatan sehari-hari seperti bekerja.

Penelitian Qamarya *et al.* (2022) dan Linna (2015) telah menunjukkan bahwa pedagang kaki lima yang terpapar asap secara kronis melaporkan keluhan kesehatan yang lebih sering dan serius. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf dan jantung. Kerusakan saraf dapat menyebabkan masalah memori dan konsentrasi, sementara paparan kronis juga dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular.

Dalam konteks penelitian ini, di mana pedagang sate dan masyarakat umum terpapar asap secara rutin, penting untuk memahami bahwa dampak kesehatan tidak hanya bersifat akut. Paparan berulang, meskipun pada kadar yang relatif rendah, dapat menyebabkan akumulasi efek toksik dalam jangka panjang. Oleh karena itu, kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang risiko ini menjadi krusial.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif untuk mengukur kadar CO dan kualitatif untuk mengumpulkan data persepsi. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang komprehensif untuk mendeskripsikan kondisi kualitas udara dan dampaknya berdasarkan sudut pandang masyarakat. Lokasi penelitian berjumlah 3 titik lokasi yang tersebar di sepanjang jalan raya pusat Kota Tomohon. Lokasi yang diambil merupakan Lokasi padat kendaraan dan padat penduduk dengan masing-masing titik berjarak kurang lebih 300-350 meter. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pedagang penjual sate yang berada di pinggiran Jalan Pusat Kota Tomohon dan udara ambien di sekitar wilayah Jalan Pusat Kota Tomohon. Untuk data persepsi, kuesioner disebarkan kepada 20 responden, termasuk para pedagang sate di lokasi penelitian. Instrumen yang digunakan adalah NDIR Analyzer untuk mengukur kadar CO dan kuesioner untuk mengumpulkan data persepsi. Hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu udara ambien yang berlaku. Data kuesioner dianalisis secara kualitatif untuk mendapatkan pola persepsi dan keluhan kesehatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dilakukan di 3 titik Lokasi di sepanjang Jalan Pusat Kota Tomohon menggunakan alat. Pengukuran dilakukan pada hari sabtu tanggal 31 Mei 2025 pada waktu Pagi ke Siang dan Sore ke Malam. Hasil pengukuran Karbon Monoksida (CO) disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO)

Lokasi	Parameter	Satuan	Waktu Pengukuran		Rata-Rata
			Pagi ke Siang	Sore ke Malam	
I	CO	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	1832	2634	2233
	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	30,8	26,9	28,85
	Kelembapan	%	44,3	59,8	52,05
	Kecepatan Angin	m/s	216,5	157,5	187
II	CO	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	<1145	1374	1259
	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	33,4	29,5	31,45
	Kelembapan	%	40,0	48,2	44,1
	Kecepatan Angin	m/s	216,5	196,9	206,7
III	CO	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	<1145	<1145	1145
	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	28,3	26,1	27,2
	Kelembapan	%	52,1	61,7	56,9
	Kecepatan Angin	m/s	315,0	176,0	245,5

Berdasarkan Tabel 1, konsentrasi karbon monoksida (CO) rata-rata di Jalan Pusat Kota Tomohon adalah $2233 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, jika dibandingkan dengan Baku Mutu Udara untuk Karbon Monoksida (CO) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk waktu paparan 1 jam yaitu sebesar $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, maka konsentrasi karbon monoksida (CO) di Jalan Pusat Kota Tomohon yang terukur masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Secara spesifik, konsentrasi tertinggi karbon monoksida (CO) terdeteksi di titik 1 pada waktu pengukuran sore ke malam mencapai $2634 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Nilai ini masih dibawah baku mutu untuk pengukuran 1 jam yang berlaku. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun secara rata-rata kondisi dapat memenuhi standar, ada titik-titik atau periode waktu tertentu di mana masyarakat terpapar karbon monoksida (CO) lumayan tinggi. Hal ini menunjukkan adanya potensi risiko terhadap kesehatan masyarakat di area tersebut. Suhu yang tertinggi terdapat di titik 2 pada pagi ke siang hari yaitu di depan rumah sakit bethesda sebesar $33,4^\circ\text{C}$, sedangkan suhu terendah di titik 3 pada sore ke malam hari yaitu di depan menara alfa omega sebesar $26,1^\circ\text{C}$. Kelembapan tertinggi terdapat di titik 3 pada sore ke malam hari yaitu di depan menara alfa omega sebesar $61,7\%$, sedangkan kelembapan terendah di titik 2 di pagi ke siang hari yaitu di depan rumah sakit bethesda sebesar $40,0\%$. Kecepatan angin tertinggi terdapat di titik 3 di pagi ke siang hari yaitu di depan menara alfa omega sebesar $315,0 \text{ m/s}$, sedangkan kecepatan angin terendah terdapat di titik 1 di sore ke malam hari yaitu di depan rumah makan anugerah sebesar $157,5 \text{ m/s}$.

Berdasarkan dari wawancara/mengisi kuesioner yang disebarkan kepada 20 responden yang terdiri dari masyarakat umum yang beraktivitas di sekitar Jalan Pusat Kota Tomohon dan pedagang sate. Data yang terkumpul meliputi karakteristik demografi responden, persepsi kualitas udara, serta keluhan gangguan kesehatan yang dialami.

Data Demografi Responden

Berikut adalah ringkasan data demografi responden berdasarkan kuesioner yang telah disebarkan.

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Usia

Kelompok Usia	Jumlah Responden
18-24 tahun	2
25-45 tahun	17
<45 tahun	1

Berdasarkan Tabel 2, mayoritas responden berada pada rentang usia 25-45 tahun sebanyak 17 dari total responden. Kelompok ini adalah usia produktif yang memiliki Tingkat aktivitas dan mobilitas tinggi. Dominasi ini menunjukkan bahwa populasi yang paling sering terpapar emisi kendaraan dan asap pembakaran arang adalah mereka yang memiliki peran aktif dalam kegiatan ekonomi di area tersebut

Tabel 3. Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah Responden
Laki-laki	7
Perempuan	13

Berdasarkan Tabel 3, responden laki-laki berjumlah 7 dan Perempuan berjumlah sebanyak 13. Sebagian responden adalah Perempuan. Fakta ini selaras dengan observasi bahwa di banyak lokasi kuliner atau pasar, peran Perempuan sebagai pedagang, pemilik warung, atau karyawan sering kali dominan. Keberadaan Perempuan yang mayoritas di area tersebut menjadikan mereka kelompok yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam hal kesehatan lingkungan.

Tabel 4. Distribusi Responden Berdasarkan Pendidikan Terakhir

Pendidikan Terakhir	Jumlah Responden
Tidak Tamat SD/SD	1
SMP/Sederajat	2
SMA/Sederajat	12
Perguruan Tinggi	5

Berdasarkan Tabel 4, tingkat Pendidikan responden didominasi oleh Pendidikan SMA/Sederajat. Tingkat pendidikan ini menggambarkan bahwa mayoritas populasi pekerja di area tersebut memiliki latar belakang pendidikan menengah. Data ini bisa menjadi acuan dalam merancang program edukasi atau sosialisasi terkait bahaya polusi udara dan materi harus disampaikan dengan bahasa yang mudah dipahami.

Tabel 5. Distribusi Responden Berdasarkan Pekerjaan Utama

Pekerjaan Utama	Jumlah Responden
Pedagang Sate	10
Karyawan/Pegawai	5
Wiraswasta	5

Berdasarkan Tabel 5, data menunjukkan bahwa responden memiliki beragam pekerjaan yaitu responden terdiri dari 10 pedagang sate, 5 karyawan/pegawai dan 5 wiraswasta.

Tabel 6. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Tinggal/Bekerja

Lama Tinggal/Bekerja	Jumlah Responden
Kurang dari 1 tahun	1
1-5 tahun	3
Lebih dari 5 tahun	16
Perguruan Tinggi	0

Berdasarkan Tabel 6, Sebagian besar responden telah tinggal/bekerja di area Jalan pusat kota Tomohon selama lebih dari 5 tahun yaitu sebesar 13 responden, ini menunjukkan Tingkat keterpaparan jangka Panjang terhadap kondisi lingkungan area tersebut.

Persepsi Kualitas Udara dan Gangguan Kesehatan Masyarakat Umum dan Pedagang Sate

Berikut adalah menyajikan hasil rangkuman dari wawancara yang dilakukan dengan masyarakat umum dan pedagang sate mengenai keluhan kesehatan yang mereka

alami selama beraktivitas di lokasi penelitian. Data ini memberikan gambaran langsung tentang dampak paparan asap terhadap populasi yang paling sering terpapar.

Tabel 7. Persepsi Kualitas Udara dan Gangguan Kesehatan Masyarakat Umum dan Pedagang Sate

No	Aspek Persepsi	Penilaian	Jumlah Responden
1	Penilaian Kualitas Udara	Sangat Baik	0
		Baik	4
		Cukup Baik	5
		Buruk	11
		Sangat Buruk	0
2	Seberapa Sering mencium bau asap/gas yang tidak menyenangkan	Tidak Pernah	0
		Jarang	0
		Kadang-Kadang	5
		Sering	5
		Selalu	10
3	Sumber asap/gas yang paling sering dirasakan/dilihat	Asap Kendaraan Bermotor	15
		Asap dari Pembakaran Sate (Arang)	5
		Asap rokok	0
		Asap dari pembakaran sampah	0
4	Gejala kesehatan yang pernah dialami	Batuk	17
		Sakit Tenggorokan	7
		Sesak Napas	4
		Pusing/Sakit Kepala	4
5	Seberapa parah gejala yang dialami	Ringan (sedikit mengganggu aktivitas)	17
		Sedang (cukup mengganggu aktivitas)	3
6	Upaya Mengurangi Paparan	Menggunakan masker	11
		Menghindari area tersebut	0
		Mempercepat Langkah saat melintas	4
		Tidak melakukan apa-apa	6
7	Rata-rata jam beraktivitas/berjualan sate setiap harinya (Khusus Pedagang Sate)	Kurang dari 4 jam	0
		4-6 jam	0
		6-8 jam	8
		Lebih dari 8 jam	2
8	Persepsi kaitan gejala kesehatan yang dialami dengan asap dari pembakaran arang/kualitas	Sangat Yakin	8
		Yakin	2
		Tidak Yakin	0
		Sangat Tidak Yakin	0

No	Aspek Persepsi	Penilaian	Jumlah Responden
	udara di tempat berjualan (Khusus Pedagang Sate)		
9	Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker saat berjualan (Khusus Pedagang Sate)	Ya, Selalu Ya, Kadang-kadang Tidak Pernah	3 1 6
10	Jika menggunakan masker, seberapa efektif masker dalam mengurangi paparan asap (Khusus Pedagang Sate)	Sangat efektif Efektif Kurang Efektif Tidak Efektif Tidak Berlaku (tidak menggunakan masker)	0 2 1 1 6

Berdasarkan Tabel 7, kuesioner yang disebarkan kepada 20 responden yang terdiri dari masyarakat umum yang beraktivitas di sekitar Jalan Pusat Kota Tomohon dan pedagang sate. Data yang terkumpul meliputi persepsi kualitas udara, serta keluhan gangguan kesehatan yang dialami.

- 1) Penilaian Kualitas Udara: Sebanyak 11 responden masyarakat umum dan pedagang sate menilai kualitas udara di Jalan Pusat Kota Tomohon, terkhususnya disekitar area penjual sate, sebagai buruk. Sementara itu 5 responden menilai cukup baik dan 4 menilai baik.
- 2) Sebagian besar responden menyatakan sering mencium bau asap/gas yang tidak menyenangkan yaitu 5 responden, sebanyak 10 responden selalu mencium bau asap/gas yang tidak menyenangkan dan sebanyak 5 responden kadang-kadang mencium bau asap/gas yang tidak menyenangkan.
- 3) Sumber asap/gas yang paling diidentifikasi adalah asap kendaraan bermotor sebanyak 15 responden, sebanyak 15 responden menjawab asap dari pembakaran sate, dan sebanyak 5 responden menjawab asap rokok.
- 4) Gejala Kesehatan yang dialami: Gejala kesehatan yang paling sering dilaporkan oleh responden masyarakat umum dan pedagang sate dalam 3 bulan terakhir adalah:
 - a) Batuk, sebanyak 17 responden
 - b) Sakit tenggorokan, sebanyak 7 responden
 - c) Pusing/sakit kepala, sebanyak 4 responden
 - d) Sesak napas, sebanyak 4 responden
- 5) Tingkat Keparan Gejala: dari 20 responden yang mengalami gejala, sebanyak 17 responden menilai gejala yang dialami ringan yaitu sedikit mengganggu aktivitas dan sebanyak 3 responden menilai gejala yang dialami sedang yaitu cukup mengganggu aktivitas.
- 6) Upaya Mengurangi Paparan: upaya yang paling sering dilakukan responden untuk mengurangi paparan asap/gas adalah menggunakan masker sebanyak 11 responden, sebanyak 4 responden menjawab mempercepat langkah saat melintas dan sebanyak 6 responden tidak melakukan apa-apa.
- 7) Durasi paparan harian: rata-rata pedagang sate beraktivitas/berjualan selama 6-8 jam per hari sebanyak 8 responden dan sebanyak 2 responden lebih dari 8 jam.

- 8) Persepsi kaitan gejala dengan asap/kualitas udara: sebanyak 2 responden pedagang sate yakin bahwa gejala kesehatan yang mereka alami berkaitan langsung dengan asap dari pembakaran arang dan kualitas udara di tempat mereka berjualan dan 8 responden pedagang sate sangat yakin bahwa gejala kesehatan yang mereka alami berkaitan langsung dengan asap dari pembakaran arang dan kualitas udara di tempat mereka berjualan.
- 9) Penggunaan APD (masker): hanya 3 responden pedagang sate yang menyatakan selalu menggunakan masker saat berjualan, sementara 1 responden pedagang sate kadang-kadang menggunakan masker dan 6 responden pedagang sate tidak pernah menggunakan masker.
- 10) Dari yang menggunakan masker, 1 responden merasa masker kurang efektif dan 1 responden merasa tidak efektif, sebanyak 2 responden merasa masker efektif dalam mengurangi paparan asap dan sebanyak 6 responden tidak menggunakan masker.

Pengetahuan Masyarakat tentang Karbon Monoksida (CO)

Sebanyak 5 responden menyatakan sedikit tahu dan 10 responden tidak tau mengenai dampak buruk karbon monoksida (CO) bagi kesehatan, sementara 2 responden menyatakan sangat tahu dan 3 responden menyatakan tahu mengenai dampak buruk karbon monoksida (CO).

Saran dan Harapan (Dari Semua Responden)

1. Harapan terhadap kualitas udara: semua responden umumnya berharap kualitas udara di Jalan Pusat Kota Tomohon menjadi lebih bersih dan baik di masa mendatang, yaitu berkurangnya asap kendaraan dan asap pembakaran sate
2. Saran untuk Pemerintah/Pihak terkait: saran-saran yang paling sering muncul antara lain yaitu penegakan uji emisi kendaraan, pengaturan Lokasi pedagang sate, sosialisasi bahaya polusi udara atau penyediaan alat pelindung diri.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengukuran Tabel 1 konsentrasi karbon monoksida (CO) rata-rata di Jalan Pusat Kota Tomohon adalah $2233 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, jika dibandingkan dengan Baku Mutu Udara untuk Karbon Monoksida (CO) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk waktu paparan 1jam yaitu sebesar $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, maka konsentrasi karbon monoksida (CO) di Jalan Pusat Kota Tomohon yang terukur masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Secara spesifik, konsentrasi tertinggi karbon monoksida (CO) terdeteksi di titik 1 pada waktu pengukuran sore ke malam mencapai $2634 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Nilai ini masih dibawah baku mutu untuk pengukuran 1 jam yang berlaku. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun secara rata-rata kondisi dapat memenuhi standar, ada titik-titik atau periode waktu tertentu di mana masyarakat terpapar karbon monoksida (CO) lumayan tinggi. Hal ini menunjukkan adanya potensi risiko terhadap kesehatan masyarakat di area tersebut (Kurniawan, 2018).

Konsentrasi karbon monoksida (CO) yang tinggi di Jalan Pusat Kota Tomohon sangat berkaitan erat dengan tingginya volume dan kepadatan lalu lintas. Karbon Monoksida (CO) adalah produk dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor (Rahmawati et al., 2024). Kemacetan dan kecepatan kendaraan yang rendah menyebabkan pembakaran yang tidak efisien, sehingga meningkatkan emisi karbon monoksida (CO). Hasil kuesioner juga menginformasikan bahwa asap kendaraan

bermotor adalah salah satu sumber asap yang paling sering dirasakan oleh masyarakat, mendukung temuan ini dan sejalan dengan penelitian-penelitian tentang kualitas udara di jalan perkotaan padat lalu lintas

Selain dari sektor transportasi, aktivitas pembakaran arang oleh pedagang sate juga merupakan sumber signifikan emisi karbon monoksida (CO). Proses pembakaran tidak sempurna arang kayu menghasilkan CO dalam jumlah besar, terutama di area yang minim sirkulasi udara atau berdekatan langsung dengan aktivitas manusia (Rohmah et al., 2023). Keberadaan banyak pedagang sate secara berdekatan di Jalan Pusat Kota Tomohon, seperti yang dijelaskan dalam deskripsi objek penelitian, memperburuk kualitas udara lokal. Penelitian (Candrasari et al., 2023) aktivitas pembakaran sate di pinggir jalan turut menyumbang peningkatan konsentrasi CO di area tersebut. Persepsi masyarakat yang mengidentifikasi asap dari pembakaran sate sebagai sumber bau/asap juga mendukung kontribusi sumber ini, menegaskan bahwa fenomena ini serupa di berbagai Lokasi dengan aktivitas sejenis.

Kondisi meteorologi selama penelitian, seperti kecepatan angin yang relative rendah yaitu rata-rata 187 m/s atau suhu yang relatif stabil rata-rata 28,85°C, dapat memengaruhi disperse atau akumulasi polutan. Kecepatan angin yang rendah cenderung mengurangi kemampuan atmosfer untuk menyebarkan polutan, sehingga karbon monoksida (CO) dapat terakumulasi di area sumber emisi. Sebaliknya, angin kencang akan membantu disperse polutan (Nurmaya et al., 2024) juga menegaskan bahwa terkait faktor meteorologi dan karbon monoksida (CO), yaitu pola kecepatan dan arah angin menjadi faktor penting dalam polutan udara di perkotaan, ini berarti semakin tinggi kecepatan angin, semakin rendah konsentrasi polutan yang terukur di udara, sebaliknya semakin rendah kecepatan angin, semakin tinggi konsentrasi polutan yang terdeteksi.

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat menilai kualitas udara buruk dan mengalami berbagai gejala kesehatan seperti batuk sebanyak 17 responden, sakit tenggorokan sebanyak 7 responden, pusing sebanyak 4 responden, dan sesak napas sebanyak 4 responden. Persepsi ini sangat selaras dengan hasil pengukuran karbon monoksida (CO) yang menunjukkan kadar karbon monoksida (CO) yang cukup tinggi di titik 1, mengindikasikan adanya korelasi kuat antara paparan karbon monoksida (CO) dan keluhan kesehatan. Karbon Monoksida memiliki afinitas yang tinggi terhadap hemoglobin dalam darah (membentuk karboksihemoglobin/COHb, sehingga mengurangi kemampuan darah untuk mengikat dan membawa oksigen ke jaringan tubuh, yang kemudian dapat memicu gejala-gejala yang dilaporkan oleh responden (Rosatul Umah & Eva Gusmira, 2024). Penelitian (Murdi et al., 2024) menemukan adanya paparan karbon monoksida (CO) yang signifikan, yaitu keluhan kesehatan yang paling banyak dirasakan adalah pusing/sakit kepala, sesak napas, dan kelelahan. Keluhan-keluhan yang dirasakan oleh masyarakat di Jalan Pusat Kota Tomohon ini menunjukkan pola yang serupa dengan temuan-temuan di Studi lain yang mengkaji dampak paparan polutan udara di lingkungan perkotaan.

Pedagang sate merupakan kelompok yang paling rentan terhadap paparan karbon monoksida (CO) karena durasi paparan yang sangat Panjang (rata-rata 6-8 jam per hari) dan Lokasi kerja yang dekat dengan sumber emisi (pembakaran arang dan lalu lintas). Temuan ini diperkuat dengan data kuesioner di mana pedagang sate melaporkan gejala kesehatan yang lebih sering dibandingkan masyarakat umum. Kondisi ini konsisten dengan penelitian (Farhan et al., 2025) yang menyoroti risiko kesehatan pada pedagang makanan yang terpapar asap. Sebagai contoh, studi (Ramadhan et al., 2016) juga secara

spesifik membahas terkait dampak pada pedagang sate, yaitu mengindikasikan adanya respons tubuh terhadap paparan asap. Adanya hubungan yang signifikan antara durasi kerja atau lama paparan dengan jumlah retikulosit juga ditemukan, yang menegaskan bahwa semakin lama seorang pedagang terpapar asap, maka semakin besar kemungkinan terjadi dampak kesehatan, seperti penurunan fungsi paru pada pedagang sate yang lama terpapar asap pembakaran arang. Tingkat keparahan gejala yang dinilai sedang oleh 3 responden pedagang sate dan sebanyak 17 responden menjawab Tingkat keparahan gejala yang dinilai ringan, sehingga menunjukkan dampak yang signifikan terhadap kualitas hidup dan produktivitas mereka, memperkuat urgensi penanganan masalah ini.

Meskipun beberapa pedagang menggunakan masker, persepsi mereka tentang efektivitas masker yang kurang efektif sebanyak 1 responden dan yang tidak efektif sebanyak 1 responden menunjukkan bahwa APD yang digunakan mungkin tidak memadai yaitu masker kain biasa yang tidak menyaring gas, atau cara penggunaannya kurang tepat. Hal ini memperparah risiko paparan mereka, yang juga menjadi perhatian dalam banyak studi tentang penggunaan APD di lingkungan kerja berisiko.

Adanya Sebagian 5 responden yang sedikit tahu dan sebanyak 10 responden tidak tau tentang dampak spesifik Karbon Monoksida terhadap kesehatan menunjukkan adanya kesenjangan pengetahuan di masyarakat. Meskipun mereka merasakan adanya asap dan gejala, pemahaman mendalam tentang bahaya CO masih terbatas. Kesenjangan pengetahuan ini dapat memengaruhi Tingkat kesadaran akan risiko dan motivasi untuk melakukan upaya perlindungan diri secara optimal. Upaya perlindungan diri yang beragam (misalnya, penggunaan masker, menghindari area) menunjukkan bahwa masyarakat secara naluriah mencoba mengurangi paparan, namun tanpa pengetahuan yang memadai, upaya tersebut mungkin kurang optimal atau tidak konsisten. Kondisi serupa seringkali ditemukan dalam studi tentang literasi kesehatan lingkungan di masyarakat yang terpapar polusi. Pernyataan bahwa "Kondisi serupa seringkali ditemukan dalam studi tentang literasi kesehatan lingkungan di masyarakat yang terpapar polusi" sangat relevan dan dapat diperkuat dengan konsep Literasi Kesehatan Lingkungan (Environmental Health Literacy/EHL). Menurut Paek dan Lee (2020), EHL adalah kemampuan individu untuk mencari, memahami, mengevaluasi, dan menggunakan informasi lingkungan untuk membuat keputusan yang tepat demi kesehatan yaitu kurangnya pengetahuan spesifik tentang CO menunjukkan rendahnya EHL. Hal ini menghambat masyarakat untuk memahami bahaya *silent killer* seperti CO, yang berbeda dari polutan yang terlihat (seperti asap atau debu). Keterbatasan EHL ini menyebabkan masyarakat mengandalkan respons naluriah yang kurang optimal, alih-alih mengambil tindakan berbasis bukti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Pusat Kota Tomohon secara umum masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Namun, fluktuasi yang terjadi menunjukkan adanya peningkatan kadar karbon monoksida (CO) pada jam-jam sibuk. Paparan kronis dari kombinasi emisi kendaraan dan asap pembakaran arang sangat berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Hal ini diperkuat oleh keluhan yang disampaikan oleh para pedagang sate, yang merupakan kelompok rentan.

DAFTAR REFERENSI

- Arini, D. R., Purnawan, C., Rahayu, E. S., & Purnomo, N. A. (2023). Sumbangan Indeks Kualitas Udara Wilayah sebagai Bagian Pencapaian Sustainable Development Goals (Studi Kasus: Kabupaten Magetan). *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, 24(2), 36. <https://doi.org/10.20961/enviro.v24i2.70452>
- Astriyani, M., Laela, I. N., Lestari, D. P., Anggraeni, L., & Astuti, T. (2023). Analisis Klasifikasi Data Kualitas Udara Dki Jakarta Menggunakan Algoritma C.45. *JuSiTik: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi Komunikasi*, 6(1), 36–41. <https://doi.org/10.32524/jusitik.v6i1.790>
- Candrasari, S., Clarissa, E. C., Kusumawardani, F., Pattymahu, G. C. H., Eugenia, J. F., Cahyadi, L. B., Silvian, V., & Syabanera, N. D. (2023). Pemulihan Dampak Pencemaran Udara bagi Kesehatan Masyarakat Indonesia. *Professional: Jurnal Komunikasi Dan Administrasi Publik*, 10(2), 849–854. <https://doi.org/10.37676/professional.v10i2.5417>
- Farhan, M., Islam, F., & Chairani H, M. (2025). Pengukuran Kualitas Udara Particulate Matter (PM_{2,5}) Dalam Ruangan Di PT. Rekind Daya Mamuju. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Mapaccing*, 3(1), 7–16. <https://doi.org/10.33490/mpc.v3i1.1744>
- Kurniawan, A. (2018). Pengukuran Parameter Kualitas Udara (Co, No₂, So₂, O₃ Dan Pm₁₀) Di Bukit Kototabang Berbasis Ispu. *Jurnal Teknosains*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.22146/teknosains.34658>
- Minhatul Maula, G. (2024). Efektivitas Implementasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia. *Savana: Indonesian Journal of Natural Resources and Environmental Law*, 1(2), 145–159. <https://doi.org/10.25134/savana.v1i2.223>
- Murdi, M., Rosdiana, R., & Assiddieq, M. (2024). Analisis Kualitas Udara Karbon Monoksida Akibat Tingkat Kepadatan Kendaraan Lalu Lintas. *Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari*, 4(1), 019–024. <https://doi.org/10.51454/teluk.v4i1.581>
- Nurmaya, E. M., Murti, S. H., & Nurjani, E. (2024). Kajian Pencemaran Lingkungan terhadap Kesehatan Masyarakat akibat Gas Buangan CO Kendaraan Bermotor di Kawasan Universitas Gadjah Mada. *Jurnal Paradigma*, 5(1), 16–38.
- Paek, H. J., & Lee, D. H. (2020). Environmental health literacy: The role of communication in improving environmental public health. *Health Communication*, 35(2), 143–146. (Relevan untuk menguatkan argumen Literasi Kesehatan Lingkungan).
- Putra, A. E., & Rismawan, T. (2023). Klasifikasi Kualitas Udara Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 11(2), 190. <https://doi.org/10.26418/coding.v11i2.58704>
- Rahmawati, V., Hayat, A. L., & Salam, A. (2024). Analisis Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Perkotaan. *SEMAR: Jurnal Sosial Dan Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 17–24. <https://doi.org/10.59966/semar.v2i3.885>
- Ramadhan, T., Wadji, F., & Kusmasari, W. (2016). Dampak kualitas udara terhadap keluhan kesehatan karyawan gardu tol slipi 2 dan tanjung duren pt. jasa marga (Persero) Tbk. *Universitas Serang Raya*, 2(1), 11–18.

- Rohmah, S. M., Rachmaniyah, R., Rusmiati, R., Khambali, K., & Sulistio, I. (2023). Kualitas Udara Akibat Lumpur Lapindo dan Keluhan Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 3(2), 53–60. <https://doi.org/10.36086/jsl.v3i2.1804>
- Rosatul Umah, & Eva Gusmira. (2024). Dampak Pencemaran Udara terhadap Kesehatan Masyarakat di Perkotaan. *Profit: Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 3(3), 103–112. <https://doi.org/10.58192/profit.v3i3.2246>
- Winatama, Derystanto, dan S. W. (2023). Analisis Kualitas Udara pada Kawasan Transportasi, Industri, Perkotaan, Permukiman, dan Perdagangan di Kota Tegal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 381–386. <https://doi.org/10.14710/jil.21.2.381-386>