

### Kualitas Udara Ambien Karbon Monoksida (CO) di Terminal Paal Dua Kota Manado

Oksfriani Jufri Sumampouw<sup>1</sup>, Trivena Mantow<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Sam Ratulangi

\*E-mail: oksfriani.sumampouw@unsrat.ac.id

#### Abstrak

**Latar Belakang:** Karbon monoksida (CO) merupakan gas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna yang berbahaya karena dapat menimbulkan dampak serius bagi kesehatan. Sebagian besar gas CO dihasilkan dalam pembakaran bahan bakar fosil berbentuk gas buang. Oleh karena itu, gas CO akan tinggi di jalan raya dan terminal. Tujuan penelitian yaitu untuk mengukur dan mengetahui berapakah kadar CO udara di Terminal Paal Dua Kota Manado. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasi deskriptif berbasis laboratorium. Lokasi penelitian dilaksanakan di 2 titik yaitu titik 1 tempat parkir kendaraan dan titik 2 jalan masuk kendaraan. Pengukuran kadar CO menggunakan alat CO Analyser dengan metode NDIR yang mengacu pada SNI 7119.10\_2011 tentang uji kadar karbon monoksida (CO). Pengukuran dilakukan selama 3 hari selama 1 jam di setiap titik dan masing-masing sebanyak 2 kali. **Hasil Penelitian:** Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa yaitu kadar CO udara di Terminal Paal Dua masih memenuhi syarat baku mutu PERMENKES RI No. 02 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan yaitu 10.000 µg/Nm<sup>3</sup> dengan hasil pengukuran yaitu berkisar antara 469-4.489 µg/Nm<sup>3</sup>. **Kesimpulan:** Kesimpulan dari penelitian ini yaitu kadar CO di Terminal Paal Dua Kota Manado masih memenuhi persyaratansyarat baku mutu, sehingga disarankan kepada Pemerintah sebaiknya melakukan uji emisi dari asap kendaraan di terminal Paal Dua Kota Manado secara berkala.

**Kata Kunci:** Kualitas udara; Karbon Monoksida; Terminal

#### Abstract

**Background:** Carbon monoxide (CO) is a gas produced from the combustion of imperfect fuels that is harmful because it can have serious health effects. Most of the CO gas is produced in the combustion of fossil fuels in the form of exhaust gases. Therefore, CO gas will be high on highways and terminals. The purpose of the study is to measure and find out what the air CO level is at the Paal Dua Terminal in Manado City. **Methods:** This is a laboratory-based descriptive observation research. The location of the research was carried out at 2 points, namely point 1 of the vehicle parking lot and point 2 of the vehicle entrance. The measurement of CO levels uses the CO Analyser tool with the NDIR method which refers to SNI 7119.10\_2011 concerning carbon monoxide (CO) content tests. Measurements were carried out for 3 days for 1 hour at each point and 2 times each. **Research Results:** The results showed that the CO level of air at the Paal Dua Terminal still meets the quality standard requirements of PERMENKES RI No. 02 of 2023 concerning the Implementation Regulation of Regulation Number 66 of 2014

concerning Environmental Health, which is 10,000  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  with measurement results ranging from 469-4,489  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . **Conclusion:** It can be concluded that the CO level at the Paal Dua Terminal in Manado City still meets the requirements of the quality standards, so it is recommended that the Government should conduct emission tests from vehicle smoke at the Paal Dua Terminal in Manado City periodically.

**Keywords:** Air quality; Carbon Monoxide; station

## PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan adalah hal yang tidak kita inginkan, namun semakin meningkat jumlahnya setiap hari dan menimbulkan kekhawatiran akan semakin banyak dampak yang akan terjadi. Pencemaran lingkungan merupakan tanda bahwa lingkungan telah berubah atau tidak sama dengan sebelumnya. Salah satu pencemaran yang ada yaitu pencemaran udara (Mubarak, dkk, 2021). Pencemaran udara telah menjadi perhatian banyak orang bertahun-tahun yang lalu. Hal ini dapat diperoleh dari aturan yang telah dikeluarkan. Pada tahun 1956 dikeluarkan Peraturan tentang udara bersih di Inggris akibat asap di London tahun 1955 yang menewaskan sekitar 4.000 jiwa (Machdar, 2018). Pencemaran udara merupakan masalah kesehatan yang nyata dan terbuka di seluruh dunia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) menyatakan bahwa setiap tahun 7 juta orang meninggal karena terpapar partikel yang ditemukan di udara yang telah terkontaminasi (Kemenkes RI, 2022).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengukur kualitas udara khususnya yang berhubungan dengan kendaraan bermotor. Penelitian dari Farikah et al (2019) yang melakukan pengukuran ambient udara di area basement Jumbo Swalayan berdasarkan Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) menunjukkan nilai berkisar 21,10 – 134,04  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Selanjutnya penelitian dari Ponga et al (2018) di jalan raya pasar Tuminting, Sumompo, Sindulang, Maasing dan Tempat Pelelangan Ikan. Pengukuran sampel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan metode Pararosanilin menunjukkan konsentrasi Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) berkisar 14,59- 34,31  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Penelitian lainnya dari Pangerapan et al (2019) yang mengukur kadar Karbon Monoksida (CO) udara di terminal Beriman Kota Tomohon berkisar 1,063-9,734  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Karbon monoksida (CO) dapat berupa gas yang terbentuk dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna. Gas ini tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Karena sifatnya, keberadaan CO seringkali tidak dikenali oleh indra penciuman. Sebagian besar gas ini dibentuk oleh pembakaran bahan bakar fosil seperti solar, bensin, gas metana dan pembakaran kayu. Oleh karena itu, kadar CO akan tinggi di jalan raya, terminal, dan kawasan industri (Marulam, dkk. 2022). Dampak yang terjadi akibat terpajan CO dengan kadar yang tinggi atau terpajan berulang-ulang yaitu keracunan kronis yang dapat menyebabkan gangguan fungsi otak, susunan saraf, dan jantung karena kekurangan oksigen, kelaianan pada pembuluh darah dan gangguan fungsi ginjal (Pinontoan & Sumampouw, 2019; Pinontoan et al 2019P).

Penelitian yang dilakukan oleh Soedjono dkk (2003) pada 15 terminal besar di Jawa Tengah tampak bahwa secara normal kualitas udara di terminal-terminal di Jawa Tengah terkontaminasi dan mempunyai konsentrasi CO yang melewati batas

baku mutu yang dikeluarkan oleh Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 8 Tahun 2001, dimana nilai CO adalah 17.596,96 ug/Nm<sup>3</sup> (standar mutu 15.000 ug/Nm<sup>3</sup>). Penelitian yang dilakukan oleh Purnama, dkk, (2018) tentang monitoring CO yang berlokasi di Terminal Tawang Alun Jember menyatakan bahwa kadar CO yaitu 71.000-158.000 ug/Nm<sup>3</sup> pada hari libur dan 62.000-69.000 ug/Nm<sup>3</sup> pada hari kerja, konsentrasi tersebut sudah melampaui batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh PP RI Nomor 41 Tahun 1999 selama 1 jam yaitu sebesar 30.000 ug/Nm<sup>3</sup>.

Semakin banyak jumlah kendaraan yang berada di kawasan Terminal, tingkat polusi CO juga akan meningkat. Beberapa pekerjaan yang rentan terhadap paparan gas CO dan bisa menimbulkan masalah kesehatan. Penjual makanan, penumpang, pengemudi, staf terminal, merupakan kelompok yang bisa terkena paparan gas CO. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur kadar CO udara di Terminal Paal Dua Kota Manado.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif berbasis laboratorium. Pengukuran kadar CO dilakukan pada Oktober 2023. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 hari yaitu 20, 21, dan 23 Oktober 2023. Pengukuran CO dilakukan pada 2 titik yaitu (1) tempat parkir kendaraan dengan titik koordinat 1°29'06.0''N 124°51'41.4''E, (2) jalan masuk kendaraan dengan titik koordinat 1°29'07.4''N 124°51'38.2''E. Pengukuran dilakukan selama 1 jam di setiap titik dan masing-masing sebanyak 2 kali, pada interval waktu yaitu (1) pada pagi hari pukul 08.00 WITA, (2) pada siang hari pukul 12.00 WITA. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar CO yaitu CO analyser dengan metode *Non-Dispersive Infra Red* (NDIR). Hasil penelitian kemudian dibandingkan dengan nilai standar baku mutu udara ambien dan hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kualitas udara parameter CO di Terminal Paal Dua Kota Manado dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi CO pada 20 Oktober 2023			
Titik Sampel	Waktu	CO (ug/Nm <sup>3</sup> )	BAKU MUTU
Titik 1	pagi	513	10.000
Titik 2	pagi	2.147	
Titik 1	siang	470	
Titik 2	siang	2.236	

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pengukuran hari ke-1 sampel udara pada pagi hari di dua titik yang berbeda, didapatkan hasil kadar CO di titik 1 yaitu 513 µg/Nm<sup>3</sup> sedangkan di titik 2 yaitu 2147 µg/Nm<sup>3</sup>. Selanjutnya

pengukuran pada siang hari di dua titik berbeda, kadar CO di titik 1 yaitu 470  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan di titik 2 yaitu 2236  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Tabel 2. Konsentrasi CO pada 21 Oktober 2023

Titik Sampel	Waktu	CO ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	BAKU MUTU
Titik 1	pagi	530	10.000
Titik 2	pagi	4489	
Titik 1	siang	530	
Titik 2	siang	2419	

Pada tabel 2 hasil Pengukuran kualitas udara pada pagi hari di dua titik berbeda, didapatkan hasil kadar CO di titik 1 yaitu 530  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan di titik 2 yaitu 4489  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Selanjutnya pengukuran pada siang hari di dua titik berbeda, kadar CO di titik 1 yaitu 530  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan di titik 2 yaitu 2419  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Tabel 3. Konsentrasi CO pada 23 Oktober 2023

Titik Sampel	Waktu	CO ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	BAKU MUTU
Titik 1	pagi	1.981	10.000
Titik 2	pagi	1.452	
Titik 1	siang	1.062	
Titik 2	siang	1.689	

Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas udara pada pagi hari di dua titik berbeda, menunjukkan bahwa kadar CO di titik 1 yaitu 1981  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan di titik 2 yaitu 1452  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Selanjutnya pengukuran pada siang hari di dua titik berbeda, kadar CO di titik 1 yaitu 1062  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sedangkan di titik 2 yaitu 1689  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Tabel 4. Gambaran Meteorologi

Tanggal	Titik Sampel	Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	Kelembaban (% RH)	Kec. Angin (m/s)
20 Oktober 2023	Titik 1	Pagi	32,4	60	1,7
	Titik 2	Pagi	32,4	62,3	0,5
	Titik 1	Siang	33,8	58,8	1,9
	Titik 2	Siang	32,5	63	1,8
21 Oktober 2024	Titik 1	Pagi	32,4	60	1,7
	Titik 2	Pagi	32,4	62,3	0,5
	Titik 1	Siang	33,8	58,8	1,9
	Titik 2	Siang	32,5	63	1,8
23 Oktober 2024	Titik 1	Pagi	32,5	62,4	1,8
	Titik 2	Pagi	33,4	58,6	0,7
	Titik 1	Siang	33,4	58,2	1,1
	Titik 2	Siang	32,5	62,2	2,0

### Tingkat Karbon Monoksida (CO)

Hasil pengukuran kualitas udara CO pada tanggal 20, 21 dan 23 Oktober 2023 di terminal Paal Dua Kota Manado diperoleh hasil bahwa konsentrasi CO masih jauh lebih rendah dari baku mutunya ( $10.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ). Hasil pengukuran selama 3 hari, Kadar CO tertinggi terjadi pada hari ke-2 di titik 2 pagi hari dengan hasil sebesar  $4.489 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Kadar CO paling sedikit terjadi pada hari ke-1 di titik 2 siang hari yaitu sebesar  $469 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Hasil tertinggi dipengaruhi oleh jumlah peningkatan kendaraan. Pada ada pagi hari aktivitas masyarakat tinggi dan kendaraan seperti sepeda motor, truk, angkutan umum, dan jenis kendaraan roda empat lainnya melewati terminal. Hal ini juga dipengaruhi oleh kendaraan yang berhenti tanpa mematikan mesin kendaraan untuk membayar uang masuk terminal. Sedangkan hasil terendah dipengaruhi oleh terjadinya penurunan aktivitas dari masyarakat pada siang hari yang membuat aktivitas dari kendaraan juga berkurang.

Dari hasil analisis yang diperoleh, kadar CO hari ke-3 pada pagi hari di 2 titik lebih meningkat jika dibandingkan dengan hari ke-1 dan hari ke-2 pada pagi hari. Hal ini dipengaruhi oleh masih banyak kendaraan yang masuk ke area terminal menggunakan jalan belakang yang membuat kadar CO menjadi meningkat di area titik 1. Sedangkan di titik 2 dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas dari masyarakat karena merupakan hari ke-3 merupakan hari sibuk (senin) dimana segala kegiatan dari masyarakat baik sekolah bahkan kerja dimulai dari hari senin.

Penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Pangerapan, dkk (2018) terhadap pemeriksaan kadar CO di Terminal Beriman Kota Tomohon. Hasil pengukuran menunjukkan nilai konsentrasi karbon monoksida berkisar antara  $1.063$  hingga  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Lebih lanjut, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian dari Tahendung dkk (2018) tentang kadar CO<sub>2</sub> di Terminal Karombasan Kota Manado

dimana rata-rata konsentrasi CO sebesar  $0,190 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar CO tidak melebihi baku mutu udara ambien dan dalam hal ini masih memenuhi persyaratan baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Penanggulangan Pencemaran Udara yaitu  $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Penelitian yang dilakukan di Terminal Arjosari oleh Wirosoedarmo dkk (2020) menunjukkan bahwa 71,35% merupakan pengaruh jumlah kendaraan terhadap konsentrasi CO yang cenderung lebih tinggi pada pagi hari. Sama halnya dengan penelitian oleh Kurniawati dkk (2018) menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi CO dengan jumlah kendaraan. Beberapa kendaraan berhenti dan mulai menjalankan mesin sambil menunggu penumpang. Pada proses ini terbentuk CO akibat dari pembakaran tidak sempurna.

Dari hasil penelitian saat ini terlihat bahwa kadar CO masih di bawah baku mutu, namun jika dilihat dari penelitian yang dilakukan di terminal Cicaheum menunjukkan bahwa kadar CO rata-rata masih di bawah baku mutu. Namun dalam kasus apapun kewaspadaan diperlukan karena paparan terbukti menumpuk di tubuh responden dan bisa membuat kesehatan menjadi buruk, hal ini dibuktikan dengan pengukuran kadar HbCO responden yang berbeda sebelum dan sesudah pengambilan sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 24 dari 26 responden mengalami peningkatan kadar HbCO setelah pengambilan sampel dan ada beberapa responden mengeluh pusing setelah pengukuran (Fitriana & Oginawati, 2012).

Sama halnya dengan penelitian dari Wahyuni, dkk (2018) tentang ARKL gas karbon monoksida menyebutkan bahwa sekalipun konsentrasi CO masih di bawah standar kualitas yang ditetapkan, paparan terus menerus dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan. Penelitian yang dilakukan oleh Zahra dkk (2021) menyatakan bahwa paparan akut tingkat rendah dapat menimbulkan efek samping antara lain migrain, rasa mabuk, nyeri otot, lemas, mual, kesulitan bernapas, gangguan mental, detak jantung meningkat, efek gangguan penglihatan, dan kejang otot.

Gas CO dinilai penting karena tidak aman baik di dalam dan luar ruangan. Di Indonesia, sumber emisi CO luar ruangan adalah gas buang mobil yang diatur undang-undang dan sudah memiliki standar kualitas. Ketika manusia menarik nafas, udara yang mengandung oksigen, nitrogen, karbon monoksida, dan gas lainnya dihirup ke dalam paru-paru. Gas CO yang masuk ke dalam tubuh dari paru-paru segera diserap dan berikatan dengan hemoglobin (Hb). Ketika kadar HbCO meningkat, kadar oksigen menurun karena molekul CO menangkap sebagian besar hemoglobin. Gangguan yang berhubungan dengan gas CO terjadi ketika kadar oksigen dalam tubuh turun (Mukono, 2011).

### **Faktor Meteorologi**

Dari hasil penelitian selama tiga hari di Terminal Paal Dua, nilai rata-rata suhu adalah  $32,8^{\circ}\text{C}$ . Nilai rata-rata kelembapan sebesar 60,65% RH. Pada pengukuran hari ke-2, kelembapan menunjukkan nilai tertinggi pada titik ke-2 pada siang hari, tercatat 63%RH, dan kelembapan menunjukkan nilai terendah pada titik ke-1 pada hari ke-1 dan ke-3 pada siang hari dengan hasil ukur yaitu 58,2% RH. Dan kecepatan angin rata-rata 1,4 m/s. Kecepatan angin yang diukur pada hari ke-3 pada titik 2 saat siang hari merupakan hasil tertinggi sebesar 2,0 m/s dan hasil terendah pada titik 1 hari ke-1 saat pagi hari dengan hasil yang diperoleh 0,4 m/s.

Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa konsentrasi CO tidak terlalu dipengaruhi oleh suhu udara. Hasil ini sejalan dengan penelitian Adriani, ddk (2019)

yang menemukan bahwa konsentrasi CO cenderung meningkat dengan suhu yang rendah, namun dapat juga menurun dengan suhu yang rendah.

Menurut penelitian Sukmawati & Warisaura (2021), terdapat hubungan yang kuat antara konsentrasi CO dengan kecepatan angin, artinya ketika kecepatan semakin tinggi maka konsentrasi CO akan menjadi rendah. Hasil Penelitian ini menunjukkan hubungan antara kelembaban udara dengan konsentrasi CO. Penelitian Wahyuni dkk (2018) menyatakan bahwa ketika kelembaban di atmosfer meningkat maka konsentrasi CO juga akan meningkat.

## PENUTUP

Kesimpulan penelitian ini yaitu kadar CO udara di Terminal Paal Dua Kota Manado berkisar antara 469-4.489  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan baku mutu PERMENKES RI No. 02 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan yaitu 10.000  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

## REFERENSI

- Farikah, T., Maddusa, S. S., & Sumampouw, O. J. (2019). Analisis Kadar Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) di Area Parkir Basement Jumbo Swalayan Kota Manado Tahun 2018. *KESMAS*, 7(5).
- Fitriana, D., & Oginawati, K. (2012). Studi Paparan Gas Karbon Monoksida Dan Dampaknya Terhadap Pekerja Di Terminal Cicaheum Bandung. *Jurnal teknik Lingkungan*. 18(1), 21-29
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). Efek Polusi Udara bagi Kardiovaskular. (online) diakses dari [https://yankes.kemkes.go.id/view\\_artikel/1616/efek-polusi-udara-bagi-kardiovaskular](https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1616/efek-polusi-udara-bagi-kardiovaskular)
- Kurniawati, I. D., Nurullita, U., & Mifbakhuddin. (2017). *Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan dan Kondisi Iklim (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron Semarang)*. In Universitas Muhamadiyah Semarang
- Machdar, I. (2018). *Pengantar Pengendalian Pencemaran: Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan Kebisingan*. Deepublish. [https://www.google.co.id/books/edition/Pengantar\\_Pengendalian\\_Pencemaran\\_Pencem/Y4hJDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Pengantar+Pengendalian+Pencemaran:Pencemaran+Air,+Pencemaran+Udara,+dan+Kebisingan&pg=PR7&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/Pengantar_Pengendalian_Pencemaran_Pencem/Y4hJDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Pengantar+Pengendalian+Pencemaran:Pencemaran+Air,+Pencemaran+Udara,+dan+Kebisingan&pg=PR7&printsec=frontcover)
- Marulam, MT S, R, A, Marzuki I, P, SR, O,. . (2022). *Pengantar Pencemaran Udara*. Kita menulis
- Mubarak, Sari, P, N., Sinaga J., Tanjung, R, R, A, I., Ashar, K, Y., Lourrinx, E, M A, S., Nasution, H, N, NNPS, N, I, R, S, P, J., Jastam, S, M., Argaheni, B, N. (2021). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Yayasan Kita Menulis
- Mukono, H, J. 2011. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press
- Pangerapan, B, S., Sumampouw, J, O., & Joseph, S, B,W.(2018). Analisis Kadar Karbon Monoksida (CO) Udara Di Terminal Beriman Kota Tomohon Tahun 2018. *KESMAS*. 7(3)
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 132 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan, Hukum Online (2015)

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Hukum Online (2021)
- Pinontoan, O. R., & Sumampouw, O. J. (2019). *Dasar Kesehatan Lingkungan*. Deepublish
- Pinontoan, O. R., Sumampouw, O. J., & Nelwan, J. E. (2019). *Epidemiologi Kesehatan Lingkungan*. Deepublish
- Ponga, F. C., Akili, R. H., & Sumampouw, O. J. (2018). Gambaran Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida Di Kecamatan Tuminting Kota Manado Tahun 2018. *KESMAS*, 7(4).
- Purnama, N. L., Yushardi, & Gani, A. A. (2018). Monitoring Karbon Monoksida (CO) dan Parameter Meteorologis di Terminal Tawang Alun Kabupaten Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 85–92
- Soedjono, Setiani, O., & Wahyuningsih, N. E. (2003). Pengaruh Kualitas Udara (Debu, COx, NOx, SOx) Terminal Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pedagang Tetap Terminal Bus Induk Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2(1): 27–31
- Sukmawati, D, P., & Warisaura, D, A. 2023. Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Gas Monoksida dan Particulate Matter di Jalan Gejayan, Yogyakarta. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6561-6566
- Sumantri, A. (2017). *Kesehatan Lingkungan* (4th ed.). Kencana. [https://www.google.co.id/books/edition/Kesehatan\\_Lingkungan\\_Edisi\\_Revisi/cvOLDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Sumantri+A+H.+2017.+Kesehatan+Lingkungan.+Depok:+Kencana&pg=PR4&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/Kesehatan_Lingkungan_Edisi_Revisi/cvOLDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=Sumantri+A+H.+2017.+Kesehatan+Lingkungan.+Depok:+Kencana&pg=PR4&printsec=frontcover)
- Tahendung, A, A., Rokot, A., & Kabuhung, A. (2018). Kadar Karbon Monoksida (CO) Di Terminal Karombasan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1)
- Wahyuni, E. Darundiati, H, Y., & Setiani, O. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida Pada Pedagang Kaki Lima (Studi Kasus Setiabudi Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-journal)*, 6(6), pp. 87-93.
- Wirosoedarmo, R. Suharto, B., & Proborini, E, D. (2020). Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 57-64
- Zahra, R, H., Budiyono., & Nurjazuli. (2021). Systematic Review: Paparan Karbon Monoksida Dan Gangguan Tekanan Darah Pada Dewasa Dan Lansia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 97-110