

ANALISIS KONSENTRASI SULFUR DIOKSIDA (SO₂) DAN NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) TERHADAP KUALITAS UDARA AMBIEN DI KOTA PALEMBANG

Arie Wahyudi¹

Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat STIK Bina Husada Palembang¹

ariew@binahusada.ac.id¹

ABSTRAK

Latar Belakang: Kualitas udara indikator penting menilai kesehatan lingkungan. Peningkatan polutan udara seperti sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂) paparan jangka panjang terhadap NO₂ dan SO₂ dapat menyebabkan penyakit pernapasan kronis, penurunan fungsi paru-paru, serta peningkatan risiko kematian dini. **Tujuan:** Menganalisis konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂) di udara ambien Kota Palembang dan membandingkannya dengan baku mutu. **Metode:** Menggunakan kuantitatif deskriptif metode observasi. Sampel penelitian konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂). Lokasi dikawasan industri, pusat kota, permukiman padat, kawasan pendidikan, dan daerah pinggiran dikota Palembang. Waktu pengambilan data Maret – Oktober 2024 metode *pasif sampling*, analisis laboratorium menggunakan metode *spektrofotometri*. Data dianalisis secara statistik deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu nasional. **Hasil:** Penelitian menunjukkan bahwa beberapa titik pengamatan memiliki konsentrasi SO₂ dan NO₂ yang mendekati baku mutu udara ambien nasional tetapi masih dibawah baku mutu. Kawasan industri dan pusat kota adalah area dengan tingkat pencemaran tertinggi. **Saran:** Diharapkan pemerintah meningkatkan pengawasan dan pengendalian emisi kendaraan dan industri, perluasan ruang terbuka hijau untuk menyerap polutan, meningkatkan kesadaran publik tentang dampak pencemaran udara, peningkatan transportasi publik ramah lingkungan.

Kata Kunci: Kualitas Udara, Sulfur Dioksida, Nitrogen Dioksida, Udara Ambien

ABSTRACT

Background: Air quality is an important indicator to assess environmental health. Increased air pollutants such as sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂) long-term exposure to NO₂ and SO₂ can cause chronic respiratory diseases, decreased lung function, and increased risk of premature death. **Objective:** To analyze the concentration of sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂) in the ambient air of Palembang City and compare them with quality standards. **Method:** Using quantitative descriptive observation method. Research samples of nitrogen dioxide (NO₂) and sulfur dioxide (SO₂) concentrations. Locations in industrial areas, city centers, densely populated areas, educational areas, and suburban areas in Palembang City. Data collection time March - October 2024 passive sampling method, laboratory analysis using spectrophotometry method. Data were analyzed statistically descriptively and compared with national quality standards. **Results:** The study showed that several observation points had SO₂ and NO₂ concentrations that were close to the national ambient air quality standards but still below the quality standards. Industrial areas and city centers are areas with the highest levels of pollution. **Suggestion:** It is expected that the government will improve supervision and control of vehicle and industrial emissions, expand green open spaces to absorb pollutants, increase public awareness of the impacts of air pollution, and increase environmentally friendly public transportation.

Keywords: Air quality, sulphur dioxide, nitrogen dioxide, ambient air, Palembang

PENDAHULUAN

Pencemaran udara terjadi akibat adanya substansi atau komponen tambahan masuk ke dalam udara, baik karena proses alam maupun aktivitas manusia yang dilakukan secara langsung maupun tidak langsung (Jumadil et al., 2023). Hal ini dapat mengakibatkan lingkungan menjadi tidak efektif bahkan tidak dapat berfungsi dengan baik, salah satunya adalah peningkatan kendaraan dan transportasi lainnya setiap tahun, berdasarkan AQLI tahun 2021, Negara Indonesia merupakan salah satu negara dengan polusi tertinggi. Dimana pencemaran udara tersebut berasal dari asap kendaraan bermotor, asap pabrik, ataupun partikel-partikel yang lain. (Syahriyah, 2024).

Kadar pencemaran udara ditentukan oleh adanya zat-zat seperti CO, debu/partikel, SO₂, NO₂, H₂S serta partikel. Zat-zat tersebut dapat mengakibatkan dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia seperti sakit kepala, sesak nafas, iritasi mata, batuk, iritasi saluran pernafasan, rusaknya paru-paru, bronkhitis, dan menimbulkan kerentanan terhadap virus influenza (Maherdyta et al., 2022).

United States Environmental Protection Agency (EPA) menyatakan bahwa polutan dalam ruangan menimbulkan risiko kesehatan yang lebih

tinggi daripada di luar ruangan. Pencemaran udara yang terjadi di luar ruangan juga dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan, terutama pada sistem pernapasan, lingkungan hidup, dan memengaruhi produktivitas dan konsentrasi belajar. Polutan luar ruangan, seperti PM_{2,5} dapat menembus dan masuk ke dalam ruangan (Jumadil et al., 2023).

Pada saat ini mulai dilakukan suatu upaya pemantauan pencemaran udara. Kadar pencemaran udara ditentukan oleh adanya zat-zat seperti karbon dioksida, debu / partikel, sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO₂), hidrokarbon dan hidrogen sulfida (H₂S) serta partikel lainnya (Masere et al., 2024).

Kualitas udara merupakan indikator penting dalam menilai kesehatan lingkungan, terutama di wilayah urban yang mengalami pertumbuhan industri dan kendaraan bermotor (Dewapandhu, 2023).

Kota Palembang sebagai pusat aktivitas ekonomi dan transportasi di Sumatera Selatan mengalami pertumbuhan kendaraan bermotor dan industri yang signifikan. Konsekuensi yang terjadi dengan adanya pemanfaatan kegiatan ini adalah adanya perubahan pada lingkungan hidup, hal ini dikarenakan dengan adanya aktivitas Industri, transportasi, Tempat

pembuangan Sampah (TPS). Pertumbuhan ini berkontribusi terhadap peningkatan polutan udara seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen dioksida (NO_2) sehingga dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas udara. Kedua gas ini dikenal berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Miles, 2021).

Berdasarkan data WHO, paparan jangka panjang terhadap NO_2 dan SO_2 dapat menyebabkan penyakit pernapasan kronis, penurunan fungsi paru-paru, serta peningkatan risiko kematian dini. Di Indonesia, pengawasan kualitas udara ambien menjadi tanggung jawab pemerintah daerah melalui pemantauan dan analisis berkala (Miles, 2021).

Nitrogen dioksida (NO_2) terbentuk dari proses pembakaran pada suhu tinggi, seperti di mesin kendaraan bermotor dan pembangkit listrik (Rumselly et al., 2024). NO_2 berkontribusi terhadap pembentukan ozon troposferik dan partikel halus ($\text{PM}_{2,5}$) yang berbahaya bagi kesehatan (Wahyudi et al., 2022).

Sulfur dioksida (SO_2) adalah gas tidak berwarna dengan bau tajam, dihasilkan terutama dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur, seperti batubara dan minyak. Gas ini dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan dan membentuk

partikel sulfat yang memperburuk kualitas udara (Tiwa et al., 2024).

Salah satu dampak lingkungan yang disebabkan dari aktivitas – aktivitas tersebut adalah penurunan kualitas udara (Okthora et al., 2024). Tingkat pencemaran udara dapat diukur dari perubahan kualitas udara tersebut serta dapat ditetapkan pada suatu periode dan tempat tertentu, sesuai dengan interaksi komponen lingkungan, oleh karena itu pengkajian terhadap kualitas udara perlu dilakukan karena adanya potensi akumulasi bahan pencemar dalam udara yang dipengaruhi oleh aktifitas manusia (PP. Nomor 22, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Dewapandhu (2023) di Kendari menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 tertinggi terjadi pada jam sibuk, sementara SO_2 cenderung tinggi di kawasan industri. Studi serupa di Sulawesi Utara juga menemukan keterkaitan antara kemacetan lalu lintas dan konsentrasi NO_2 (Masere et al., 2024).

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Fajar (2024) dalam studi perbandingan beberapa kota besar di Indonesia berdasarkan *Air Quality Index* (AQI) dan partikulat udara, didapatkan bahwa kota Palembang merupakan kota yang paling berpolusi tinggi.

Upaya pemantauan jumlah polutan pada udara ambient khususnya NO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas transportasi harus dilakukan mengingat dampak yang akan timbul untuk mengetahui jumlah polutan yang dihasilkan terhadap peningkatan jumlah partikel pencemar NO₂ dan SO₂ di udara (Maherdyta et al., 2022).

Namun, informasi ilmiah mengenai konsentrasi aktual polutan tersebut di Kota Palembang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis konsentrasi SO₂ dan NO₂ dalam udara ambien serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan baku mutu yang ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Desain kuantitatif deskriptif dengan metode observasi. Sampel penelitian adalah Konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂) dikota Palembang. Lokasi pemantauan terdiri dari lima titik

strategis: kawasan industri, pusat kota, permukiman padat, kawasan pendidikan, dan daerah pinggiran.

Waktu pengambilan data adalah Maret – Oktober 2024. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode *pasif sampling* dan analisis laboratorium menggunakan metode *spektrofotometri*. Data dianalisis secara statistik deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu nasional. Adapun metode yang digunakan berupa *pasif sampling*, Dimana analisis laboratorium menggunakan metode *spektrofotometri*. Kemudian data dianalisis secara statistik deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu nasional.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran Konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂) dikota Palembang ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1.
Hasil Pengukuran NO₂ dan SO₂ di Kota Palembang

Lokasi	Parameter	Satuan	Hasil Analisis				Baku Mutu PP No. 22 Tahun 2021	Ket
			Maret	Juni	Sept	Nov		
I	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	µg/m ³	10.98	8.93	8.87	7.19	200 µg/m ³ (1 jam).	Memenuhi baku mutu
	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/m ³	4.46	5.53	4.96	2.96	150 µg/m ³ (24 jam)	Memenuhi baku mutu
II	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	µg/m ³	7.30	7.34	5.91	6.59	200 µg/m ³ (1 jam).	Memenuhi baku mutu
	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/m ³	15.99	3.35	14.65	5.24	150 µg/m ³ (24 jam)	Memenuhi baku mutu

III	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	µg/m ³	3.14	3.38	3.84	2.87	200 µg/m ³ (1 jam).	Memenuhi baku mutu
	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/m ³	4.71	15.07	5.98	6.30	150 µg/m ³ (24 jam)	Memenuhi baku mutu
IV	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	µg/m ³	4.89	3.19	3.53	3.38	200 µg/m ³ (1 jam).	Memenuhi baku mutu
	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/m ³	8.04	4.82	9.52	5.24	150 µg/m ³ (24 jam)	Memenuhi baku mutu

Ket: Lokasi I = Jl.Gub.H. Bastari, Lokasi II = Kertapati, Lokasi III = Pusri Borang Sako, Lokasi IV = Jend.Sudirman

Pada tabel 1 menunjukkan konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂) di Kota Palembang, terlihat bahwa kadar tertinggi SO₂ ada di bulan Maret dan terendah ada di bulan November, begitu juga kadar NO₂ tertinggi ada di bulan Maret dan terendah di bulan November.

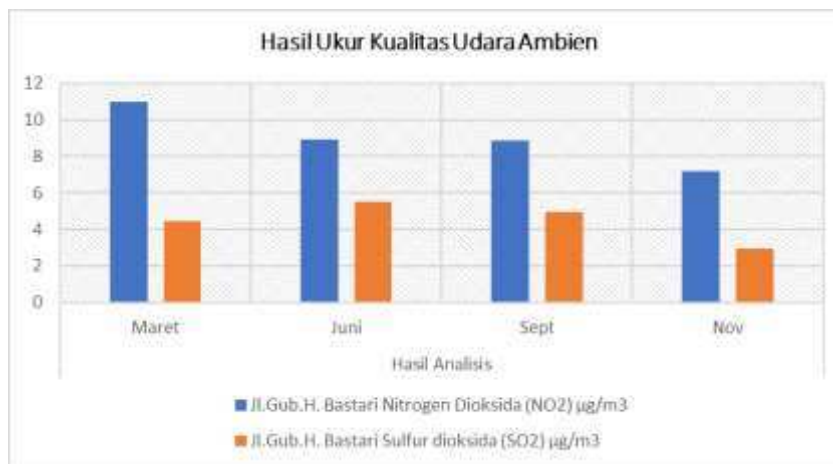
Hasil Pengukuran nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂) didapatkan bahwa nilai konsentrasi tertinggi (SO₂) ada di lokasi II yaitu merupakan kawasan industri, baik pertambangan, industri tenun songket, pasar dan merupakan jalur lintas kendaraan lintas kota dan provinsi sebesar 15,99 µg/m³, pada bulan maret dan nilai konsentrasi (NO₂) sebesar 10.98 µg/m³. Nilai konsentrasi (SO₂) terendah ada di

Lokasi I yaitu sebesar 2,96 µg/m³, pada bulan November, dan nilai konsentrasi (NO₂) sebesar 3.19 µg/m³ lokasi ini merupakan jalur perumahan dan masih banyak ruang terbuka hijau, dan merupakan daerah yang baru dibuka, perumahan dan gelanggang olahraga dan beberapa sekolah berada di lokasi ini.

Tingkat Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Sulfur Dioksida (SO₂)

Hasil pengukuran konsentrasi di lokasi I tampak pada (Gambar 1), kadar NO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Maret yaitu sebesar 10.98 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan November yaitu sebesar 7.19 µg/m³.

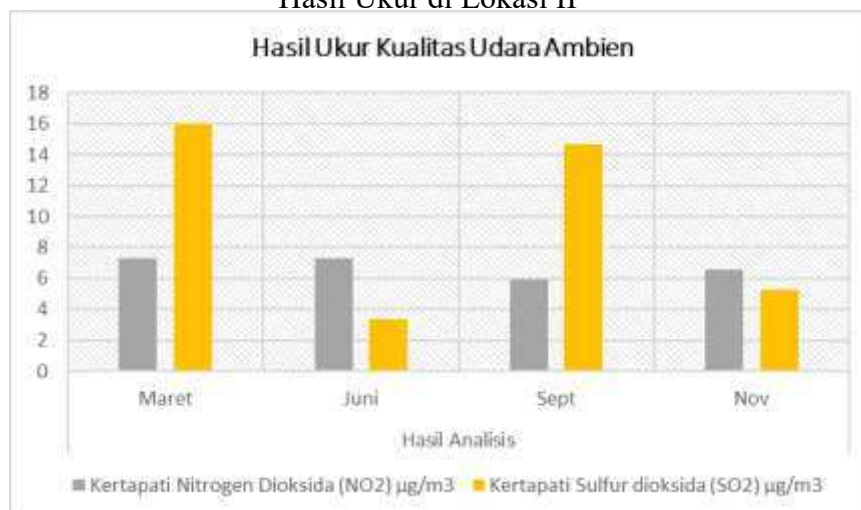
Gambar 1.
Hasil Ukur di Lokasi I



Hasil pengukuran konsentrasi kadar SO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Juni yaitu sebesar 5.53 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan November yaitu sebesar 2.96 µg/m³. Hasil pengukuran konsentrasi di lokasi II tampak

pada (Gambar 2) kadar NO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Juni yaitu sebesar 7.34 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan September yaitu sebesar 5.91 µg/m³.

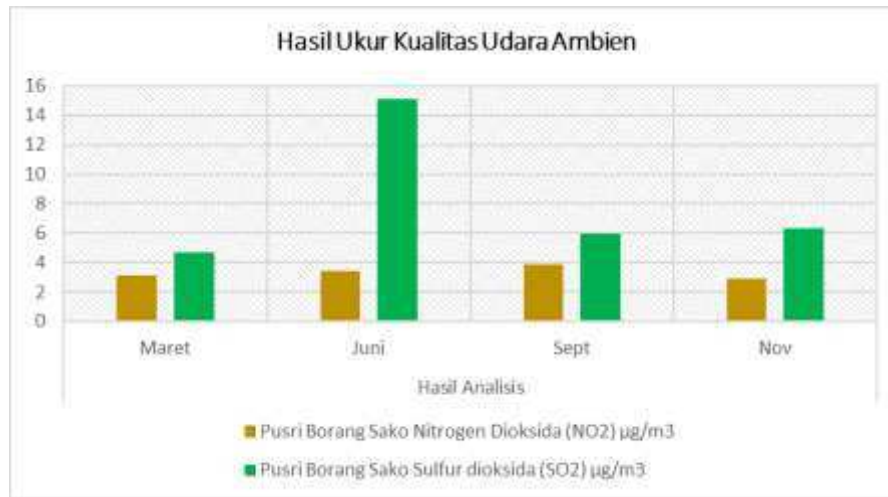
Gambar 2.
Hasil Ukur di Lokasi II



Hasil pengukuran konsentrasi kadar SO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Maret yaitu sebesar 15.99 µg/m³ dan masih

berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan Juni yaitu sebesar 3.35 µg/m³.

Gambar 3.
Hasil Ukur Di Lokasi III



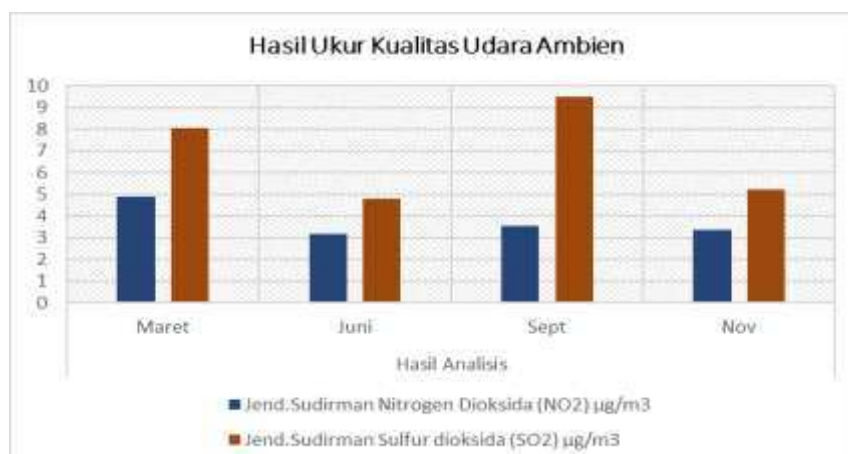
Hasil pengukuran konsentrasi di lokasi III tampak pada (Gambar 3), kadar NO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan September yaitu sebesar 3.84 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan November yaitu sebesar 2.87 µg/m³.

Hasil pengukuran konsentrasi kadar SO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Juni yaitu sebesar 15.07 µg/m³ dan masih

berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan September yaitu sebesar 5.98 µg/m³.

Hasil pengukuran konsentrasi di lokasi IV tampak pada (Gambar 4), kadar NO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Maret yaitu sebesar 4.89 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan Juni yaitu sebesar 3.19 µg/m³.

Gambar 4.
Hasil Ukur di Lokasi IV



Hasil pengukuran konsentrasi kadar SO₂ konsentrasi tertinggi berada di bulan Maret yaitu sebesar 8.04 µg/m³ dan masih berada dibawah baku mutu dan nilai konsentrasi terendah berada di bulan Juni yaitu sebesar 4.82 µg/m³.

PEMBAHASAN

Tingkat Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂)

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa konsentrasi tertinggi nitrogen dioksida (NO₂) berada di lokasi I, dimana lokasi ini merupakan kawasan perkantoran, pasar dan merupakan jalur lintas kendaraan lintas kota dan provinsi sebesar 10,98 µg/m³.

Paparan nitrogen dioksida (NO₂) pada tingkat yang tinggi dapat mempengaruhi sistem kardiovaskular, menyebabkan gangguan pada fungsi jantung dan pembuluh darah. Sementara itu, pada konsentrasi yang lebih rendah, nitrogen dioksida dapat memicu peradangan paru - paru, kesulitan bernapas, batuk, mudah lelah, mual, dan sakit kepala (Syahriyah, 2024).

Hal ini sejalan dengan penelitian (Kazal, 2023) menunjukkan bahwa lokasi dengan banyak pepohonan dan terbuka hijau konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) lebih rendah dibandingkan area lingkungan

lainnya, begitu juga penelitian yang dilakukan oleh (Hardiansyah et al., 2024) bahwa area dengan wisata dengan area publik dan hijau tingkat pencemarannya termasuk rendah dan dibawah baku mutu.

Demikian juga penelitian (Dewapandhu, 2023) dan (Aprilia et al., 2021), selain dipengaruhi oleh lalu lintas, tingkat konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) juga dipengaruhi oleh berbagai sumber lain diantaranya emisi pembakaran dari perumahan, industri, dan penguraian senyawa organik, serta peningkatan kendaraan bermotor.

Asumsi peneliti dimana layaknya wilayah lain di Indonesia, Kota Palembang hanya memiliki dua musim, yaitu musim kering dan musim hujan. Tinggi dan rendah konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂), selain kegiatan yang dilakukan oleh manusia (industri, umkm, pasar, kendaraan bermotor) juga akibat alam, ini terlihat konsentrasi tertinggi ada di bulan maret merupakan awal musim kering dan terendah ada di bulan november merupakan musim penghujan. Hasil pengukuran yang tertinggi konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) dipengaruhi oleh letaknya yaitu berada di samping jalan raya yang dilalui berbagai kendaraan. Sedangkan hasil pengukuran terendah merupakan lingkungan perumahan, sekolah dan ruang terbuka

hijau yang mana di sekitarnya ada banyak pepohonan hijau yang berperan untuk menyerap polutan.

Tingkat Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa konsentrasi tertinggi Sulfur Dioksida (SO₂) berada di lokasi II, dimana lokasi ini merupakan kawasan industri industri, baik pertambangan, industri tenun songket, pasar dan merupakan jalur lintas kendaraan lintas kota dan provinsi sebesar 15,99 µg/m³.

Hasil pengukuran yang tertinggi konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) dipengaruhi oleh letaknya yaitu berada di samping jalan raya yang dilalui berbagai kendaraan. Sedangkan hasil pengukuran terendah merupakan lingkungan perumahan, sekolah dan ruang terbuka hijau yang mana di sekitarnya ada banyak pepohonan hijau yang berperan untuk menyerap polutan. Jumlah volume kendaraan di ruas jalan, baik motor maupun mobil yang diperoleh peneliti menunjukkan tingkat mobilitas yang padat. Hal ini terjadi karena lokasi pemantauan volume lalu lintas terletak di salah satu jalan utama. Tingginya penggunaan kendaraan bermotor dapat menyebabkan peningkatan emisi gas SO₂, di antara berbagai sektor yang dapat mencemari udara, sektor transportasi

memiliki peran yang sangat signifikan dibandingkan dengan sektor lainnya.

Hal ini sejalan dengan penelitian Septiyana et al., (2023) hasil pengamatan sebaran polutan SO₂, NO dan PM₁₀ di jalan arteri kota Wijen, terdapat beberapa titik yang hasil pengamatan emisi SO₂ terbesar disumbangkan oleh kendaraan truk dan bus, karena emisi yang dihasilkan truk, bus dan alat berat lainnya menggunakan bahan bakar solar yang mengandung SO₂, dimana massa jenis solar mengandung sulfur yang lebih berat jika dibandingkan dengan bensin. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Tiwa et al., (2024) juga terdapat aktivitas kendaraan bermotor yang setiap hari dan dalam waktu 24 jam dapat memicu adanya pencemaran udara di lingkungan terminal dan kenaikan konsentrasi SO₂. Pencemaran tersebut tidak hanya berdampak bagi lingkungan terminal saja tapi juga orang-orang yang terlibat di dalam aktivitas terminal setiap harinya seperti karyawan terminal, pedagang, dan pemakai jasa.

Begitu pula dengan data lapangan yang di dapat pada penelitian ini, kelembaban udara di lokasi I pada bulan November mencapai 89% dengan konsentrasi SO₂ (2,96 µg/m³) yang berarti saat kelembaban tinggi maka konsentrasi SO₂ rendah menunjukkan bahwa saat kelembaban

rendah maka konsentrasi SO₂ akan mengalami peningkatan (Rejeki Takuloe et al., 2023)

Adapun asumsi peneliti bahwa kelembaban udara yang cukup tinggi dapat mengakibatkan pergerakan udara menjadi lambat. Sehingga konsentrasi SO₂ menjadi rendah, yang berarti bahwa semakin rendah kelembaban maka semakin tinggi konsentrasi bahan pencemar di udara sekitar. Sama halnya dengan konsentrasi NO₂, tinggi rendah konsentrasi dipengaruhi oleh musim di wilayah Kota Palembang.

KESIMPULAN

Kualitas udara ambien di Kota Palembang menunjukkan bahwa

konsentrasi SO₂ dan NO₂ di beberapa titik mendekati baku mutu nasional. Kawasan industri dan pusat kota adalah area dengan tingkat pencemaran tertinggi.

SARAN

Untuk meningkatkan kualitas udara di kota Palembang, diharapkan: Pemerintah daerah perlu meningkatkan pengawasan dan pengendalian emisi dari kendaraan dan industri. Perluasan ruang terbuka hijau untuk menyerap polutan. Meningkatkan kesadaran publik tentang dampak pencemaran udara. Peningkatan transportasi publik ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, F. T., Taqwa, A., & Handayani, A. S. (2021). Perancangan Sistem Monitoring Kadar Kualitas Udara Menggunakan Particulate Matter 2,5 Berbasis Website. *Smatika STIKI Informatika Jurnal*, 11(02), 92–100. <https://doi.org/10.32664/smatika.v11i02.594>
- Dewapandhu, B. A. (2023). Analisis Penyebaran Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) di Jalan Raya Dramaga – Ciampea Kabupaten Bogor dengan Menggunakan Model Caline-4. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 8(1), 67–76. <https://doi.org/10.29244/jstil.8.1.67-76>
- Fajar, M. T. Ibnu. (2024). Studi Perbandingan Kualitas Udara di Kota Indonesia Terdampak Infeksi Saluran Pernapasan Akut. *IN SOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 160–169. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i2.3288>
- Hardiansyah, D., Aminuddin, K. M., Sutejo, Y., & Ramadhani. (2024). Dampak Kegiatan Objek Wisata Monpera Kota Palembang Terhadap Lalu Lintas Sekitarnya. *Jurnal Teknik Sipil Lateral*, 2(1), 48–55.
- Jumadil, J., Hasanuddin, H., & Leonard, F. (2023). Pengukuran parameter udara (SO₂, CO, NO₂, TSP) berbasis baku mutu di area kantor Gubernur Papua. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 17(2), 236–241. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/teknosains/article/view/37551>

- Kazal, N. (2023). Analisis Kualitas Udara Ambien Nitrogen Dioksida, Sulfur Dioksida Dan Total Suspended Particulate Di Lingkungan PLTD Baubau. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 3(1), 39–45.
- Maherdyta, N. R., Syafitri, A., Septywantoro, F., Kejora, P. A., Gulo, S. D., & Sulistiyorini, D. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Sulfur Dioksida (SO₂) pada Masyarakat di Wilayah Yogyakarta. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 2(1), 51–59. <https://doi.org/10.36086/jsl.v2i1.1040>
- Masere, M. A., Sumarlin, & Assidieq, M. (2024). Kualitas Udara Ambien Parameter Sulfur Dioksida (SO₂) pada Rona Lingkungan Awal Pembangunan Jalan Alternatif Matabondu – Lalingato. *Jurnal Teluk*, 4(2), 001–004.
- Miles, J. (2021). WHO global air quality guidelines. *Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide.*, 1–360.
- Okthora, M., Wahyudi, A., & Ekawati, D. (2024). Analisis Faktor Risiko Ispa Pada Pekerja Tambang Batubara Pt Gorby Putra Utama. *Kesehatan Kreatif: Jurnal Riset Kesehatan Inovatif*, 06(1), 46–54.
- PP. Nomor 22, 1 Sekretariat Negara Republik Indonesia 1 (2021). <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Rejeki Takuloe, S. R., Jusuf, H., Nakoe, M., & Arsad, N. (2023). Risk Of Sulfur Dioxide (SO₂) Exposure To Public Fuel Filling Station (SPBU) Officers. *Jambura Journal of Epidemiology*, 2(2), 45–54. <https://doi.org/10.37905/jje.v2i2>.
- Rumselly, K. U., Peluw, Z., & Jusuf, A. (2024). Tinjauan Parameter Temperatur, Kecepatan Angin dan Nitrogen Dioksida (NO₂) di Terminal Mardika Kota Ambon. *Jurnal Ventilator: Jurnal Riset Ilmu Kesehatan Dan Keperawatan*, 2(4), 246–264.
- Septiyana, D., Sukmono, A., & Yusuf, M. A. (2023). Pemantauan Kualitas Udara ISPU (PM₁₀, SO₂, NO₂) Menggunakan Citra Landsat 8 Dan 9 Untuk Kecamatan Mijen Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Geodesi Undip*, 12(2), 271–280.
- Syahriyah, S. F. (2024). Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Nitrogen Dioksida pada Pedagang Kaki Lima di Terminal Mandala, Rangkasbitung. *Indonesian Journal of Science*, 1(3), 722–729.
- Tiwa, S. M., Sumampouw, O. J., & Ratag, B. T. (2024). Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida (SO₂) Terminal Bus di Kota Manado: Studi Ekologi. *Sam Ratulangi Journal of Public Health*, 5(September), 48–55.
- Wahyudi, A., Zulkifli, H., Arita, S., & Sitorus, R. J. (2022). Coal Dust Exposure Characteristic and Impact on Respiratory Impairment from Coal Unloading Station in Palembang, South Sumatra, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 23(7), 113–120. <https://doi.org/10.12911/22998993/149559>