

Analisis Kualitas Udara Menggunakan Metode Passive Sampler Berdasarkan Kawasan

Listin Fitrianah^{1*}, Rajib Naji Sabri¹

¹Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Indonesia.

Abstrak

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang berdampak luas terhadap kesehatan manusia, ekosistem, dan perubahan iklim. Pencemaran ini disebabkan oleh berbagai polutan seperti sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂) yang dominan disebabkan oleh aktivitas industri dan pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan kualitas udara agar bisa menentukan strategi dalam menjaga stabilitas kualitas udara. Penelitian ini untuk mengetahui tingkat kualitas udara di Kabupaten Mojokerto dan mekanisme pemantauan kualitas udara dengan metode passive sampler. Pemantauan dilakukan di 4 titik yang mewakili kondisi wilayah perkantoran, pemukiman, industri, dan transportasi. Titik pemantauan kualitas udara berlokasi di kawasan pemukiman, perkantoran, industri dan padat transportasi Kabupaten Mojokerto. Hasil dari pemantauan kualitas udara adalah rata-rata konsentrasi SO₂ dan NO₂ Kab. Mojokerto masih berada dibawah baku mutu sesuai dengan Permen LHK no 27 Tahun 2021.

Kata kunci

Kualitas udara; passive sampler; pemantauan kualitas udara; pencemaran udara

Abstract

Air pollution is one of the environmental issues that has wide-ranging impacts on human health, ecosystems, and climate change. This pollution is caused by various pollutants such as sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂), which are predominantly generated by industrial activities and motor vehicle fuel combustion. Therefore, air quality monitoring is necessary to determine strategies for maintaining air quality stability. This research aims to determine the air quality level in Mojokerto Regency, the air quality monitoring mechanism using the passive sampler method, and the efforts undertaken to maintain air quality stability in Mojokerto Regency. Monitoring was conducted at four locations representing office areas, residential areas, industrial areas, and transportation zones. The air quality monitoring points were in residential areas, office areas, and dense transportation areas in Mojokerto Regency. The results of the air quality monitoring showed that the average concentrations of SO₂ and NO₂ in Mojokerto Regency were still below the quality standards stipulated by the Minister of Environment and Forestry Regulation No. 27 of 2021.

Keywords

Air quality; Passive sampler; Air quality Monitoring; Air pollution

Korespondensi
ListinFitrianah
listin_fitri.tkl@unusida.ac.id

Pendahuluan

Aktivitas di sektor industri, transportasi, dan pembangunan perumahan yang bertujuan memenuhi kebutuhan manusia menyebabkan perubahan geografis pada permukaan bumi. Dampaknya tidak hanya terbatas pada permukaan tanah saja, tetapi juga memengaruhi keseimbangan komponen lingkungan lain seperti air dan udara yang juga ikut tercemar. Pencemaran udara terjadi ketika komposisi udara di atmosfer terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya, seperti gas, partikel, atau bahan lain, yang dapat merugikan kesehatan manusia, hewan, serta lingkungan. Sumber pencemaran ini bisa berasal dari proses alami maupun aktivitas manusia (Winatama, 2023).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara, sumber pencemar udara adalah setiap aktivitas atau usaha yang melepaskan bahan pencemar ke atmosfer, sehingga kualitas udara menjadi tidak sesuai dengan kondisi idealnya. Sumber pencemaran ini dapat berasal dari proses alami (natural) maupun aktivitas manusia (antropogenik), di mana kontribusi aktivitas manusia terhadap pencemaran udara secara kuantitatif cenderung lebih besar. Salah satu jenis pencemar yang perlu mendapat perhatian khusus adalah sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂). Kedua polutan ini, yang utamanya dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak, sering ditemukan dalam aktivitas industri dan transportasi (Agista, 2018). Di Kabupaten Mojokerto, meningkatnya urbanisasi dan industrialisasi semakin memperparah dampak pencemaran udara akibat SO₂ dan NO₂. Gas-gas ini tidak hanya merusak lingkungan tetapi juga membawa risiko serius bagi kesehatan manusia.

Dampak negatif pencemaran udara akibat SO₂ dan NO₂ membutuhkan perhatian serius dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara penting dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kadar SO₂ dan NO₂ di udara, mengidentifikasi sumber-sumber utama pencemaran, serta mengkaji efektivitas upaya mitigasi yang telah dan dapat dilakukan, baik melalui regulasi, teknologi penurunan emisi, atau kampanye kesadaran masyarakat. Pemantauan kualitas udara ini juga dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait dalam membuat kebijakan yang tepat untuk melindungi kesehatan masyarakat dan lingkungan dari bahaya polusi udara (Septiyana, 2023).

Salah satu metode pemantauan yang efektif adalah menggunakan passive sampler. Metode ini memungkinkan pengukuran konsentrasi polutan di udara secara berkelanjutan tanpa memerlukan daya listrik atau peralatan yang kompleks (Joko et al., 2000). Dengan menggunakan passive sampler, Dinas Lingkungan Hidup dapat mengumpulkan data yang akurat dan representatif tentang kualitas udara di berbagai lokasi. Data ini sangat penting dalam merumuskan kebijakan dan program pengendalian pencemaran, serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas udara. Melalui pemantauan yang rutin dan sistematis, diharapkan langkah-langkah konkret dapat diambil untuk mengurangi pencemaran udara dan melindungi kesehatan serta kualitas hidup masyarakat.

Metode

Pemantauan kualitas udara dengan metode passive sampler dilaksanakan pada 4 kawasan di Kabupaten Mojokerto sesuai dengan PermenLHK No. 27 Tahun 2021. Lokasi pemantauan meliputi kondisi wilayah :

1. Kawasan perumahan / pemukiman, titik kordinat S -7,5000 dan E 112,4257
2. Kawasan perkantoran, titik kordinat S -7,4888 dan E 112,4266
3. Kawasan industri, titik kordinat S -7,5155 dan E 112,4278
4. Kawasan transportasi di Kabupaten Mojokerto, titik kordinat S -7,4893 dan E 112,4399

Dengan menggunakan metode passive sampler, pemantauan kualitas udara Kabupaten Mojokerto dilakukan dalam 2 (dua) tahap. Tahap pertama dilakukan pada musim kemarau dan tahap kedua pada musim hujan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 27 Tahun 2021 menetapkan waktu pemantauan sebanyak 1 (satu) kali setiap musim kemarau dan musim hujan, dengan sampel diambil selama 14 (empat belas) hari.

Hasil dan Pembahasan

Aktivitas di sektor industri, transportasi, dan pembangunan perumahan yang bertujuan memenuhi kebutuhan manusia menyebabkan perubahan geografis pada permukaan bumi. Dampaknya tidak hanya terbatas pada permukaan tanah saja, tetapi juga memengaruhi keseimbangan komponen lingkungan lain seperti air dan udara yang juga ikut tercemar. Pencemaran udara terjadi ketika komposisi udara di atmosfer terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya, seperti gas, partikel, atau bahan lain, yang dapat merugikan kesehatan manusia, hewan, serta lingkungan. Sumber pencemaran ini bisa berasal dari proses alami maupun aktivitas manusia (Winatama, 2023).

Pemantauan kualitas udara oleh DLH Kab. Mojokerto dilakukan dua kali dalam satu tahun yakni pada musim penghujan dan musim kemarau. Hasil pemantauan kualitas udara ambien Kabupaten Mojokerto dengan metode passive sampler parameter SO_2 ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil pemantauan udara parameter SO_2

No	Kegiatan	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil pemantauan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			Periode 1	Periode 2
1	Kawasan pemukiman	20	9	27
2	Kawasan perkantoran	20	11	25
3	Kawasan industri	20	12	37
4	Kawasan padat transportasi	20	14	31

Hasil pemantauan udara ambien parameter SO_2 pada 4 titik di kabupaten Mojokerto yang dilakukan menggunakan metode Passive Sampler didapatkan bahwa angka SO_2 masih pada ambang toleransi dengan baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 27 Tahun 2021, dimana nilai baku mutu tersebut adalah $20,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam grafik tersebut diketahui bahwa nilai tertinggi SO_2 berada di wilayah Halaman PT Sunrise Steel, Puri dengan nilai konsentrasi tertinggi mencapai $38,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada tahun 2023, kemudian diikuti dengan Wilayah Tugu UKS, Jl Jayanegara dengan kadar nilai NO_2 tertinggi mencapai $31,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Sedangkan kadar nilai SO_2 terendah yaitu $3,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Wilayah Dinas Pendidikan Kabupaten Mojokerto.

Di Kabupaten Mojokerto terdapat beberapa industri baja, Pencemaran SO_2 (sulfur dioksida) dari pabrik baja berasal dari proses pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur, serta dari bahan baku yang digunakan dalam produksi baja (US. EPA, 2024). Adapun sumber utama pencemaran SO_2 di industri baja meliputi bahan bakar fosil proses pembakaran yaitu pabrik baja menggunakan bahan bakar seperti batu bara, kokas, atau minyak bakar dalam tungku pembakaran untuk mencairkan bijih besi atau memanaskan baja. Bahan bakar ini sering mengandung sulfur, yang ketika dibakar, menghasilkan SO_2 . Pembangkit energi di Lokasi yaitu Beberapa pabrik baja memiliki pembangkit listrik internal yang juga menggunakan bahan bakar fosil, menghasilkan emisi tambahan SO_2 .

Hasil pemantauan kualitas udara ambien Kabupaten Mojokerto dengan metode passive sampler parameter NO₂ ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemantauan udara parameter NO₂

No	Kegiatan	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hasil pemantauan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			Periode 1	Periode 2
1	Kawasan pemukiman	40	17	36
2	Kawasan perkantoran	40	19	34
3	Kawasan industri	40	19	48
4	Kawasan padat transportasi	40	31	47

Hasil pemantauan udara ambien parameter NO₂ pada 4 titik di kabupaten Mojokerto yang dilakukan menggunakan metode Passive Sampler didapatkan bahwa angka NO₂ juga masih pada ambang toleransi dengan baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 27 Tahun 2021 tentang Indeks Lingkungan Hidup (IKLH), dimana nilai baku mutu tersebut adalah 40,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dalam grafik tersebut diketahui bahwa nilai tertinggi NO₂ berada di wilayah Halaman PT Sunrise Steel, Puri dengan nilai konsentrasi tertinggi mencapai 48,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kemudian diikuti dengan Wilayah Tugu UKS, Jl Jayanegara dengan kadar nilai NO₂ tertinggi mencapai 47,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kadar nilai NO₂.

Wilayah kawasan Pendidikan di Kabupaten Sidoarjo menjadi wilayah dengan rata-rata kadar nilai NO₂ terendah diantara 4 lokasi lainnya. Kadar nilai tersebut sejalan dengan gambaran kondisi geografis Kantor Dinas Pendidikan Kab. Mojokerto yang jarang dilalui kendaraan-kendaraan berat serta jauh dari lokasi industri. Kondisi tersebut menyebabkan Wilayah Dinas Pendidikan Kab. Mojokerto minim untuk menghasilkan gas pencemar khususnya adalah NO₂. NO₂ merupakan salah satu penyebab pencemaran udara yang bersumber dari adanya kegiatan industri dan transportasi. Pencemar NO₂ (nitrogen dioksida) dari kendaraan bermotor terutama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna, seperti bensin atau diesel. Gas ini dihasilkan oleh mesin pembakaran internal di kendaraan saat bahan bakar fosil dibakar untuk menghasilkan tenaga. Selain itu, NO₂ juga dihasilkan dari proses kimia di dalam mesin, di mana nitrogen di udara bereaksi dengan oksigen pada suhu tinggi. Emisi NO₂ ini dapat meningkatkan polusi udara dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan (US EPA, 2024). Tingginya kadar NO₂ di wilayah padat transportasi juga berpotensi menyebabkan gangguan pernapasan dan meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular serta menjadi faktor penyebab hujan asam dan perubahan iklim.

Kesimpulan

Kualitas udara Kabupaten Mojokerto termasuk dalam kategori baik merujuk pada hasil pemantauan kualitas udara dengan metode passive sampler oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto dengan hasil rata-rata konsentrasi NO₂ adalah 31,375 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan SO₂ adalah sebesar 28,875 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada tahun 2023, dan pada tahun 2024 rata-rata konsentrasi NO₂ adalah sebesar 14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan rata-rata konsentrasi SO₂ adalah 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi pencemar udara masih berada pada ambang batas baku mutu NO₂ (40,00) dan SO₂ (20,00) yang mengindikasikan bahwa kualitas udara Kabupaten Mojokerto termasuk dalam kategori baik.

Daftar Pustaka

- Antari AARJ, Sundra IK. 2007. Kandungan timah hitam (Plumbum) pada tanaman peneduh jalan di kota Denpasar. J. Bumi Lestari 7 (1): 31-38.
- Agista, P. I., Gusdini, N., & Maharani, M. D. D. (2018). Analisis kualitas udara dengan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di DKI Jakarta. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 2(2), 45-53.
- Chahaya, I. 2005. Faktor-faktor Kesehatan Lingkungan Perumahan yang Mempengaruhi Kejadian ISPA pada Balita di Perumahan Nasional (Perumnas) Mandala, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang. *Majalah Kedokteran Nusantara*, Volume 38 : 230.
- Joko, O. :, Susanto, P., & Prayudi, T. (2000). Penerapan Metode Passive Sampler Untuk Analisa No 2 Udara Ambien Di Beberapa Lokasi Di Jakarta Dan Sekitarnya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(3), 227–232.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 27 Tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kurniawati, R. T. D., Rahmawati, R., & Wilandari, Y. (2015). Pengelompokan Kualitas Udara Ambien Menurut Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Menggunakan Analisis Kluster. *Jurnal Gaussian*, 4(2), 393–402.
- Mahfuza, A., Muin, S., & Puspita, D. (2022). Hydrophobic properties of glodokan tiang leaves for pollution control. *Environmental Science Journal*.
- Mukono, H.J.(2003). Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Surabaya: Airlangga University Press
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. 2010. Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Kementrian Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta. Sekretariat Negara.
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Lampiran Baku Mutu Kualitas Udara Ambien. 1999.
- Perdanan, S., & Soemarie, L. (2022). Secondary metabolites in *Polyalthia longifolia* for antibacterial applications. *Biosciences Research*.
- Septiyana, D., Sukmono, A., & Yusuf, M. (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(3), 271–280.
- Slamet, J. S. 2009. Kesehatan Lingkungan. Cetakan Kedelapan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Udomkun, P., Boonupara, T., Sumitsawan, S., Khan, E., Pongpichan, S., & Kajitvichyanukul, P. (2023). Airborne Pesticides—Deep Diving into Sampling and Analysis. *Toxics*, 11(11), 883.
- Utama, I. M. P., Nafisah, B. Z., Terasne, Hanan, A., Sugianto, N., & Imansyah. (2020). Praktik Pelestarian Lingkungan Melalui Kegiatan Penanaman Pohon di Kawasan Pesisir Pantai Mapak Mataram I. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 1(1), 65–69.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (n.d.). Passive Samplers for Investigations of Air Quality: Method Description, Implementation, and Comparison to Alternative Sampling Methods. Diakses pada 8 September 2024, dari [EPA National Environmental Publications](https://www.epa.gov/national-environmental-publications)
- World Health Organization (WHO). Maternal Mortality in 2005. Geneva : Departement of Reproductive Health and Research WHO, 2007.
- Wardhana, W. A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Winatama, D., Syafrudin, & Widayat. (2023). Analisis Kualitas Udara pada Kawasan Transportasi, Industri, Perkotaan, Permukiman, dan Perdagangan di Kota Tegal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 381-386.

Zendrako, E. 2010. Pengukuran Kadar Gas Pencemar Nitrogen Dioksida Di Udara Sekitar Kawasan Industri. Medan. Universitas Sumatera Selatan.