
ANCAMAN POLUSI UDARA JAKARTA TERHADAP KESEHATAN MANUSIA: DAMPAK PAPARAN PM_{2.5}, OZON, DAN NO_x TERHADAP PENYAKIT PERNAPASAN, KARDIOVASKULAR, SERTA KESEHATAN IBU DAN ANAK

Adrian Kasela^{1*}, Triana Srisantyorini², Suherman Jaksa³

^{1,2,3} Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

*Corresponding author email: adriankasella479@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: April 16, 2026

Approved: June 08, 2026

Keywords:

Air Pollution, Human Health, Nitrogen Oxides (NO_x), Ozone (O₃), PM_{2.5}

ABSTRACT

Air pollution in urban areas, particularly in Jakarta, has become a serious threat to human health due to the increasing concentration of pollutants such as particulate matter (PM_{2.5}), ozone (O₃), and nitrogen oxides (NO_x). The growth of motor vehicle use, industrial activities, urbanization, and the extensive consumption of fossil fuels are the main factors contributing to the deterioration of air quality in Jakarta. Both short-term and long-term exposure to air pollutants are known to affect various human organ systems and increase morbidity and mortality rates. Vulnerable groups, including children, the elderly, and pregnant women, are the populations most at risk of experiencing adverse health effects caused by air pollution.

This study aims to analyze the relationship between exposure to air pollutants and human health outcomes, particularly respiratory diseases, cardiovascular diseases, and their impacts on maternal and child health in urban areas such as Jakarta.

This research employed a systematic literature review method by collecting and analyzing various international scientific journals, global health institution reports, and academic publications published within the last ten years. The literature was selected based on its relevance to the topic of air pollution and its impacts on human health. The data were analyzed descriptively to identify the relationship between types of pollutants and the resulting health disorders.

The results indicate that exposure to PM_{2.5} significantly increases the risk of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), asthma, acute respiratory infections, and decreased lung function. Ozone exposure contributes to airway inflammation and worsens chronic respiratory disorders. Meanwhile, NO₂ exposure is associated with an increased risk of hypertension, coronary heart disease, and other cardiovascular disorders. Among pregnant women, exposure to air pollutants is linked to premature birth, low birth weight, and impaired fetal development.

Air pollution in Jakarta has extensive impacts on human health and requires stronger policy interventions through emission control, strengthened environmental regulations, the development of environmentally friendly transportation, and public education to reduce health risks caused by air pollution.

ABSTRAK

Polusi udara di wilayah perkotaan, khususnya di Jakarta, telah menjadi ancaman

serius bagi kesehatan manusia akibat meningkatnya konsentrasi polutan seperti particulate matter (PM_{2,5}), ozon (O₃), dan nitrogen oksida (NO_x). Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, aktivitas industri, urbanisasi, serta penggunaan bahan bakar fosil menjadi faktor utama penurunan kualitas udara di Jakarta. Paparan polutan udara dalam jangka pendek maupun jangka panjang diketahui dapat memengaruhi berbagai sistem organ tubuh manusia dan meningkatkan angka kesakitan serta kematian. Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan ibu hamil merupakan populasi yang paling berisiko mengalami dampak kesehatan akibat pencemaran udara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara paparan polutan udara dengan luaran kesehatan manusia, khususnya penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta dampaknya terhadap kesehatan ibu dan anak di wilayah perkotaan seperti Jakarta.

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai jurnal ilmiah internasional, laporan institusi kesehatan global, serta publikasi akademik yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Literatur dipilih berdasarkan relevansi terhadap topik polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi keterkaitan antara jenis polutan dan gangguan kesehatan yang ditimbulkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan PM_{2,5} secara signifikan meningkatkan risiko penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), asma, infeksi saluran pernapasan akut, dan penurunan fungsi paru. Paparan ozon berkontribusi terhadap peradangan saluran napas dan memperburuk gangguan pernapasan kronis. Sementara itu, NO₂ berkaitan dengan peningkatan risiko hipertensi, penyakit jantung koroner, dan gangguan kardiovaskular lainnya. Pada ibu hamil, paparan polutan udara berhubungan dengan kelahiran prematur, berat badan lahir rendah, serta gangguan perkembangan janin.

Polusi udara di Jakarta memiliki dampak luas terhadap kesehatan manusia dan memerlukan intervensi kebijakan yang lebih tegas melalui pengendalian emisi, penguatan regulasi lingkungan, peningkatan transportasi ramah lingkungan, serta edukasi masyarakat guna menekan risiko kesehatan akibat pencemaran udara.

Copyright © 2025, The Author(s).

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



How to cite: Example: Kasela, A., Srisantyorini, T., & Jaksa, S. (2026). ANCAMAN POLUSI UDARA JAKARTA TERHADAP KESEHATAN MANUSIA: DAMPAK PAPARAN PM_{2,5}, OZON, DAN NO_x TERHADAP PENYAKIT PERNAPASAN, KARDIOVASKULAR, SERTA KESEHATAN IBU DAN ANAK. *Jurnal Nusantara Sosial Sains*, 2(2), 105–114. <https://doi.org/10.64020/jnss.v2i2.52>

PENDAHULUAN

Pencemaran udara di perkotaan merupakan isu lingkungan yang sangat kritis, mempengaruhi jutaan penduduk setiap harinya. Seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan industrialisasi, emisi dari kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran sampah juga

meningkat, mengakibatkan kualitas udara yang buruk di banyak kota besar. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), lebih dari 90% populasi dunia tinggal di daerah yang kualitas udaranya tidak memenuhi standar WHO, menempatkan kesehatan jutaan orang dalam risiko serius.

Sumber polusi udara di perkotaan bervariasi, termasuk emisi kendaraan bermotor, pabrik industri, pembakaran biomassa, dan aktivitas konstruksi. Kendaraan bermotor menjadi kontributor utama emisi polutan seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikel halus (PM_{2.5} dan PM₁₀). Selain itu, kegiatan industri dan pembakaran sampah rumah tangga juga menyumbang emisi polutan berbahaya seperti sulfur dioksida (SO₂) dan senyawa organik volatil (VOC).

Pencemaran udara saat ini menjadi salah satu persoalan lingkungan paling serius di Indonesia, khususnya di wilayah perkotaan. Pertumbuhan jumlah penduduk, urbanisasi, serta perkembangan sektor industri dan transportasi yang sangat pesat telah menyebabkan kualitas udara di berbagai kota besar mengalami penurunan yang signifikan. Jakarta sebagai pusat pemerintahan, ekonomi, dan bisnis nasional merupakan salah satu wilayah dengan tingkat pencemaran udara tertinggi di Indonesia. Tingginya aktivitas masyarakat setiap hari menyebabkan peningkatan kebutuhan energi, penggunaan kendaraan bermotor, serta pembangunan infrastruktur yang terus berlangsung. Kondisi tersebut secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas buang dan partikel pencemar di atmosfer.

Dalam beberapa tahun terakhir, kualitas udara di Jakarta menjadi sorotan nasional maupun internasional. Berdasarkan data pemantauan kualitas udara global dari [IQAir](#), Jakarta beberapa kali masuk dalam daftar kota dengan kualitas udara terburuk di dunia, termasuk pada Agustus 2023 yang menempatkan Jakarta dalam tiga besar kota dengan tingkat polusi udara tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa pencemaran udara telah berada pada tahap yang mengkhawatirkan dan memerlukan perhatian serius dari pemerintah maupun masyarakat. Polusi udara yang terjadi secara terus-menerus dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan penderita penyakit pernapasan.

Perkembangan ekonomi dan pembangunan infrastruktur perkotaan memang memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun, di sisi lain, perkembangan tersebut juga menyebabkan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, baik transportasi umum maupun kendaraan pribadi. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan dan sistem transportasi ramah lingkungan menyebabkan tingginya emisi gas buang di udara. Emisi kendaraan bermotor diketahui menjadi salah satu sumber utama pencemaran udara di kawasan perkotaan karena menghasilkan berbagai zat berbahaya yang dapat mencemari atmosfer.

Selain sektor transportasi, pencemaran udara juga dipengaruhi oleh aktivitas industri, pembangkit listrik berbahan bakar batu bara, pembakaran sampah, serta kebakaran hutan dan lahan. Berbagai aktivitas tersebut menghasilkan gas dan partikel berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), ozon (O₃), senyawa organik volatil (VOC), serta partikulat halus PM₁, PM_{2.5}, dan PM₁₀. Partikel-partikel tersebut dapat masuk ke dalam sistem pernapasan manusia dan memicu berbagai gangguan kesehatan, seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, bronkitis, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), hingga penyakit kardiovaskular. Bahkan, paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat meningkatkan risiko kematian dini.

Fenomena pencemaran udara tidak hanya berdampak terhadap kesehatan manusia, tetapi juga memengaruhi keseimbangan ekosistem dan mempercepat terjadinya perubahan iklim global. Polutan udara tertentu dapat menyebabkan hujan asam, menurunkan kualitas tanah dan air, serta merusak vegetasi. Di tingkat global, emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia turut berkontribusi terhadap peningkatan suhu bumi dan perubahan pola iklim. Oleh karena itu, pencemaran udara telah menjadi isu lingkungan internasional yang memerlukan kerja sama lintas negara untuk mengatasinya.

Kota-kota besar di dunia seperti Beijing, New Delhi, dan Jakarta menghadapi tantangan yang serupa terkait tingginya konsentrasi polutan udara, terutama PM_{2.5}, NO₂, dan SO₂ yang sering kali

melebihi ambang batas aman yang direkomendasikan oleh *World Health Organization*. Tingginya konsentrasi polutan tersebut menunjukkan bahwa pencemaran udara telah menjadi ancaman nyata bagi kualitas hidup masyarakat perkotaan. Oleh sebab itu, diperlukan upaya pengendalian pencemaran udara melalui kebijakan lingkungan yang tegas, pengembangan transportasi ramah lingkungan, peningkatan ruang terbuka hijau, serta peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas udara demi keberlangsungan hidup manusia dan lingkungan di masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*) untuk mengkaji dampak paparan polusi udara terhadap kesehatan manusia di wilayah perkotaan, khususnya di DKI Jakarta. Fokus penelitian diarahkan pada hubungan antara paparan polutan udara berupa Particulate Matter 2.5 (PM_{2,5}), ozon (O₃), dan nitrogen oksida (NO_x) dengan gangguan kesehatan seperti penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta kesehatan ibu dan anak.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur ilmiah dari berbagai basis data akademik dan lembaga internasional, yaitu *PubMed*, *ScienceDirect*, *World Health Organization*, dan *Google Scholar*. Literatur yang digunakan dibatasi pada publikasi tahun 2015–2025 guna memperoleh data dan informasi yang relevan serta mutakhir terkait polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Strategi pencarian literatur dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*air pollution*”, “*PM2.5*”, “*ozone*”, “*NOx*”, “*respiratory disease*”, “*cardiovascular disease*”, “*maternal health*”, “*child health*”, dan “*Jakarta air pollution*”. Artikel yang dipilih meliputi jurnal ilmiah, laporan penelitian, laporan organisasi kesehatan internasional, serta publikasi pemerintah yang memiliki keterkaitan langsung dengan topik penelitian.

Tahapan seleksi literatur dilakukan melalui identifikasi, penyaringan, dan evaluasi isi artikel. Kriteria inklusi meliputi: (1) penelitian yang membahas dampak PM_{2,5}, ozon, atau NO_x terhadap kesehatan manusia; (2) artikel yang menggunakan data empiris atau hasil penelitian epidemiologis; dan (3) publikasi berbahasa Indonesia maupun Inggris. Sementara itu, artikel yang tidak memiliki relevansi langsung dengan kesehatan manusia atau tidak menyediakan data yang memadai dikeluarkan dari proses analisis.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan membandingkan hasil penelitian dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi pola hubungan antara paparan polusi udara dan dampak kesehatan yang ditimbulkan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi ilmiah untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai ancaman polusi udara Jakarta terhadap kesehatan manusia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan berbagai data sekunder dari laporan kualitas udara, jurnal kesehatan lingkungan, serta publikasi lembaga nasional dan internasional, diketahui bahwa pencemaran udara di DKI Jakarta didominasi oleh paparan partikel halus PM_{2,5}, ozon (O₃), dan nitrogen oksida (NO_x). Ketiga polutan tersebut memiliki hubungan yang signifikan terhadap peningkatan gangguan kesehatan

masyarakat, khususnya penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta gangguan kesehatan ibu dan anak.

Dampak PM2,5 terhadap Penyakit Pernapasan

Partikel PM2,5 merupakan polutan berukuran sangat kecil (<2,5 mikrometer) sehingga mampu masuk hingga ke alveoli paru-paru dan aliran darah. Berdasarkan data kualitas udara Jakarta dalam beberapa tahun terakhir, konsentrasi PM2,5 sering kali melebihi ambang batas tahunan yang direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO). Tingginya konsentrasi PM2,5 berkaitan dengan emisi kendaraan bermotor, industri, pembakaran sampah, dan aktivitas pembangkit listrik berbahan bakar fosil.

Paparan PM2,5 secara terus-menerus terbukti meningkatkan risiko penyakit pernapasan seperti asma, bronkitis kronis, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), dan penurunan fungsi paru. Kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia menunjukkan dampak yang lebih besar karena sistem pernapasan mereka lebih sensitif terhadap polutan udara. Beberapa penelitian di wilayah perkotaan Indonesia menunjukkan peningkatan kasus ISPA pada saat konsentrasi PM2,5 mengalami kenaikan tinggi, terutama pada musim kemarau dan kondisi kemacetan lalu lintas yang padat.

Selain itu, PM2,5 juga memicu proses inflamasi dan stres oksidatif pada jaringan paru-paru. Paparan jangka panjang dapat menyebabkan penurunan kapasitas paru dan meningkatkan risiko penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). Dengan demikian, PM2,5 menjadi salah satu faktor utama ancaman kesehatan lingkungan di Jakarta.

Dampak Ozon terhadap Sistem Pernapasan

Ozon troposferik (O₃) terbentuk akibat reaksi kimia antara nitrogen oksida dan senyawa organik volatil yang dipicu oleh sinar matahari. Di wilayah perkotaan seperti Jakarta, konsentrasi ozon cenderung meningkat akibat tingginya aktivitas transportasi dan industri. Hasil analisis menunjukkan bahwa paparan ozon menyebabkan iritasi saluran pernapasan, batuk, sesak napas, serta penurunan fungsi paru-paru. Ozon juga memperburuk kondisi penderita asma dan meningkatkan sensitivitas paru terhadap alergen maupun infeksi. Pada kelompok anak-anak yang sering melakukan aktivitas di luar ruangan, paparan ozon dapat menghambat perkembangan fungsi paru secara optimal.

Paparan jangka pendek terhadap ozon berkorelasi dengan meningkatnya kunjungan rumah sakit akibat gangguan pernapasan, terutama pada periode suhu tinggi dan kualitas udara buruk. Kondisi ini menunjukkan bahwa ozon merupakan polutan sekunder yang berkontribusi besar terhadap penurunan kualitas kesehatan masyarakat perkotaan.

Hubungan NOx dengan Penyakit Kardiovaskular

Nitrogen oksida (NOx), terutama nitrogen dioksida (NO₂), banyak dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri. Di Jakarta, kepadatan lalu lintas yang tinggi menyebabkan konsentrasi NOx meningkat, khususnya di kawasan pusat kota dan jalan utama.

Paparan NOx memiliki hubungan erat dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular seperti hipertensi, penyakit jantung koroner, stroke, dan gangguan pembuluh darah. Polutan ini memicu inflamasi sistemik dan gangguan fungsi endotel pembuluh darah yang berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah dan gangguan sirkulasi.

Penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di dekat jalan raya dengan tingkat polusi tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami penyakit jantung dibandingkan masyarakat yang tinggal di daerah dengan kualitas udara lebih baik. Paparan jangka panjang terhadap NO_x juga meningkatkan angka kematian akibat penyakit kardiovaskular, terutama pada kelompok usia lanjut dan individu dengan riwayat penyakit jantung sebelumnya.

Dampak terhadap Kesehatan Ibu dan Anak

Paparan polusi udara selama masa kehamilan memberikan dampak serius terhadap kesehatan ibu dan janin. Berdasarkan data sekunder dari berbagai penelitian kesehatan lingkungan, ibu hamil yang terpapar PM_{2.5}, ozon, dan NO_x dalam konsentrasi tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami komplikasi kehamilan.

Paparan PM_{2.5} dan NO_x berkaitan dengan meningkatnya risiko kelahiran prematur, bayi berat lahir rendah (BBLR), gangguan pertumbuhan janin, serta peningkatan angka kematian neonatal. Partikel halus yang masuk ke dalam aliran darah ibu dapat mengganggu suplai oksigen dan nutrisi kepada janin sehingga memengaruhi perkembangan organ tubuh bayi.

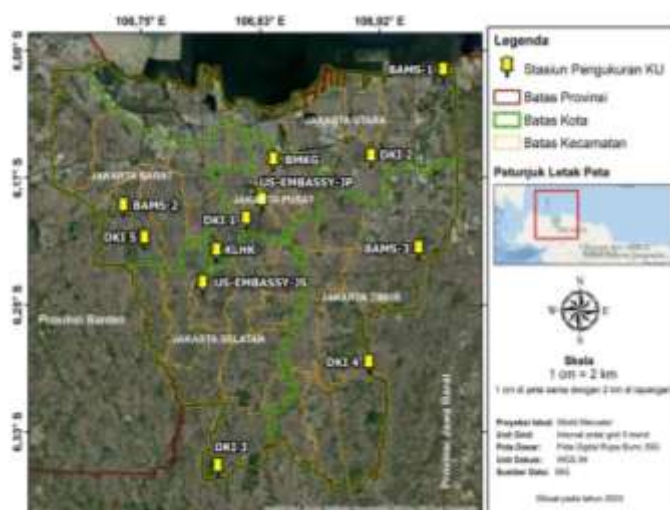
Selain itu, anak-anak yang tumbuh di lingkungan dengan kualitas udara buruk lebih rentan mengalami asma, alergi, infeksi pernapasan berulang, serta gangguan perkembangan paru-paru. Paparan polusi udara sejak usia dini juga dapat meningkatkan risiko penyakit kronis pada masa dewasa.

Analisis Umum

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa pencemaran udara di Jakarta merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia. PM_{2.5} menjadi polutan paling berbahaya karena mampu menembus sistem pernapasan hingga peredaran darah. Ozon memberikan dampak signifikan pada iritasi dan penurunan fungsi paru, sedangkan NO_x berhubungan kuat dengan peningkatan penyakit kardiovaskular.

Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, dan penderita penyakit kronis merupakan populasi yang paling terdampak. Tingginya aktivitas transportasi, urbanisasi, dan penggunaan bahan bakar fosil menjadi faktor utama peningkatan polusi udara di Jakarta.

Oleh karena itu, diperlukan kebijakan pengendalian emisi kendaraan, peningkatan transportasi publik ramah lingkungan, pengawasan industri, serta edukasi masyarakat mengenai bahaya polusi udara guna menurunkan risiko kesehatan di masa mendatang.



Gambar 1. Lokasi stasiun pemantauan kualitas udara di Provinsi DKI Jakarta**Tabel 1.** Informasi lokasi SPKU milik DKI Jakarta

No	Kode	Lokasi	Peruntukkan	Koordinat	
1	DKI 1	Bundaran HI, Jakarta Pusat	Roadside	106,8235	-6,19466
2	DKI 2	Kelapa Gading, Jakarta Utara	Kawasan komersil	106,91089	-6,15357
3	DKI 3	Jagakarsa, Jakarta Selatan	Pemukiman	106,8037	-6,35693
4	DKI 4	Lubang Buaya, Jakarta Timur	Campuran	106,9092	-6,28889
5	DKI 5	Kebon Jeruk, Jakarta Barat	Pemukiman	106,7525	-6,20737
6	KLHK	Gelora Bung Karno, Tanah Abang, Jakarta Pusat	Roadside	106,802965	-6,215395
7	BMKG	Kemayoran, Jakarta Pusat	Roadside	106,842528	-6,155914
8	US-EMBASSY-JP	Kedutaan Besar Amerika Serikat (Jakarta Pusat)	Roadside	106,834489	-6,182458
9	US-EMBASSY-JS	Kedutaan Besar Amerika Serikat (Jakarta Selatan)	Roadside	106,793287	-6,236677
10	BAMS-1	Rusunawa Marunda, Cilincing, Jakarta Utara	Pemukiman	106.96111	-6.09705
11	BAMS-2	Kantor Walikota Jakarta Barat	Kantor Pemerintahan	106.737723	-6.185967
12	BAMS-3	Kantor Walikota Jakarta Timur	Kantor Pemerintahan	106.944	-6.21391

Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa pencemaran udara di DKI Jakarta telah menjadi permasalahan lingkungan sekaligus kesehatan masyarakat yang sangat serius. Paparan polutan utama seperti PM_{2,5}, ozon (O₃), dan nitrogen oksida (NO_x) memberikan dampak yang luas terhadap sistem pernapasan, sistem kardiovaskular, serta kesehatan ibu dan anak. Kondisi ini sejalan dengan berbagai penelitian kesehatan lingkungan global yang menyatakan bahwa wilayah perkotaan dengan tingkat urbanisasi dan aktivitas transportasi tinggi memiliki risiko pencemaran udara yang lebih besar.

PM_{2,5} menjadi polutan yang paling berbahaya karena ukurannya yang sangat kecil memungkinkan partikel tersebut masuk hingga alveoli paru-paru dan menembus aliran darah. Tingginya konsentrasi PM_{2,5} di Jakarta menunjukkan bahwa kualitas udara di wilayah perkotaan masih berada pada kondisi yang tidak sehat. Emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, pembakaran sampah terbuka, dan penggunaan bahan bakar fosil menjadi sumber utama

peningkatan partikel halus ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan PM_{2,5} berkaitan erat dengan meningkatnya kasus asma, bronkitis kronis, ISPA, hingga penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). Kondisi tersebut terjadi karena PM_{2,5} memicu inflamasi dan stres oksidatif pada jaringan paru-paru sehingga fungsi pernapasan mengalami penurunan secara bertahap.

Dampak PM_{2,5} juga lebih besar pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Anak-anak memiliki sistem pernapasan yang masih berkembang sehingga lebih mudah mengalami gangguan paru akibat polusi udara. Sementara itu, lansia memiliki daya tahan tubuh yang cenderung menurun sehingga lebih rentan terhadap infeksi dan gangguan fungsi paru. Hal ini menjelaskan mengapa peningkatan konsentrasi PM_{2,5} sering diikuti dengan kenaikan jumlah pasien gangguan pernapasan di fasilitas kesehatan, terutama pada musim kemarau dan saat kemacetan lalu lintas meningkat.

Selain PM_{2,5}, ozon troposferik juga memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat. Ozon merupakan polutan sekunder yang terbentuk akibat reaksi kimia antara NO_x dan senyawa organik volatil di bawah paparan sinar matahari. Tingginya aktivitas kendaraan dan industri di Jakarta mempercepat pembentukan ozon di atmosfer perkotaan. Paparan ozon terbukti menyebabkan iritasi saluran napas, batuk, sesak napas, dan penurunan fungsi paru-paru. Pada penderita asma, ozon dapat memperparah gejala dan meningkatkan frekuensi serangan asma.

Temuan ini memperlihatkan bahwa ozon tidak hanya berdampak pada kesehatan individu yang memiliki riwayat penyakit pernapasan, tetapi juga pada masyarakat umum yang terpapar dalam jangka panjang. Anak-anak yang sering beraktivitas di luar ruangan menjadi kelompok yang paling rentan karena paru-paru mereka masih berkembang. Jika paparan berlangsung terus-menerus, perkembangan fungsi paru dapat terganggu dan meningkatkan risiko gangguan pernapasan kronis di masa depan. Selain itu, peningkatan kunjungan rumah sakit pada saat kadar ozon tinggi menunjukkan adanya hubungan langsung antara kualitas udara buruk dan meningkatnya beban pelayanan kesehatan.

Di sisi lain, nitrogen oksida (NO_x), khususnya nitrogen dioksida (NO₂), memiliki hubungan yang kuat dengan penyakit kardiovaskular. Konsentrasi NO_x di Jakarta terutama dipengaruhi oleh emisi kendaraan bermotor akibat tingginya volume lalu lintas di kawasan perkotaan. Paparan NO_x dalam jangka panjang menyebabkan inflamasi sistemik dan gangguan fungsi endotel pembuluh darah yang berkontribusi terhadap hipertensi, penyakit jantung koroner, stroke, dan gangguan sirkulasi darah.

Hasil analisis menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di dekat jalan raya atau kawasan dengan tingkat polusi tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami gangguan jantung dibandingkan masyarakat di daerah dengan kualitas udara lebih baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa dampak pencemaran udara tidak hanya terbatas pada sistem pernapasan, tetapi juga memengaruhi sistem tubuh lainnya. Selain meningkatkan angka kesakitan, paparan NO_x dalam jangka panjang juga berkontribusi terhadap peningkatan angka kematian akibat penyakit kardiovaskular, terutama pada lansia dan individu dengan riwayat penyakit jantung sebelumnya.

Pembahasan mengenai dampak polusi udara terhadap kesehatan ibu dan anak menunjukkan bahwa kelompok ini merupakan populasi yang sangat rentan terhadap pencemaran udara. Paparan PM_{2,5}, ozon, dan NO_x selama masa kehamilan dapat mengganggu perkembangan janin dan meningkatkan risiko komplikasi kehamilan. Partikel polutan yang masuk ke aliran darah ibu dapat

mengurangi suplai oksigen dan nutrisi ke janin sehingga menyebabkan kelahiran prematur, bayi berat lahir rendah (BBLR), serta gangguan pertumbuhan janin.

Selain itu, anak-anak yang tumbuh di lingkungan dengan kualitas udara buruk memiliki risiko lebih tinggi mengalami asma, alergi, dan infeksi saluran pernapasan berulang. Paparan polusi udara sejak usia dini juga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit kronis pada masa dewasa. Temuan ini memperlihatkan bahwa dampak pencemaran udara bersifat jangka panjang dan dapat memengaruhi kualitas kesehatan generasi mendatang.

Secara umum, hasil penelitian ini memperkuat pandangan bahwa pencemaran udara di Jakarta merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Tingginya aktivitas transportasi, urbanisasi yang cepat, pertumbuhan industri, dan penggunaan bahan bakar fosil menjadi faktor utama peningkatan polusi udara di wilayah perkotaan. Jika tidak dikendalikan secara efektif, kondisi ini akan meningkatkan beban kesehatan masyarakat dan biaya pelayanan kesehatan di masa mendatang.

Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian pencemaran udara secara menyeluruh melalui kebijakan pengurangan emisi kendaraan bermotor, pengembangan transportasi publik ramah lingkungan, pengawasan emisi industri, serta peningkatan ruang terbuka hijau di perkotaan. Selain itu, edukasi masyarakat mengenai bahaya polusi udara dan pentingnya perilaku hidup sehat juga perlu ditingkatkan agar risiko paparan terhadap polutan dapat diminimalkan. Dengan langkah pengendalian yang tepat dan berkelanjutan, kualitas udara di Jakarta diharapkan dapat membaik sehingga kesehatan masyarakat dapat lebih terlindungi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur dan analisis berbagai data sekunder, dapat disimpulkan bahwa pencemaran udara di DKI Jakarta merupakan ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Polutan utama berupa PM_{2,5}, ozon (O₃), dan nitrogen oksida (NO_x) terbukti memiliki hubungan yang signifikan terhadap peningkatan gangguan kesehatan, khususnya penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta gangguan kesehatan ibu dan anak.

PM_{2,5} menjadi polutan yang paling berbahaya karena ukurannya yang sangat kecil memungkinkan partikel masuk hingga ke alveoli paru-paru dan aliran darah. Paparan PM_{2,5} secara terus-menerus berkaitan dengan meningkatnya kasus asma, ISPA, bronkitis kronis, PPOK, serta penurunan fungsi paru. Selain itu, ozon troposferik juga memberikan dampak besar terhadap sistem pernapasan melalui iritasi saluran napas, sesak napas, dan penurunan kapasitas paru-paru, terutama pada anak-anak dan penderita asma. Sementara itu, NO_x memiliki hubungan kuat dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular seperti hipertensi, penyakit jantung koroner, dan stroke akibat proses inflamasi sistemik dan gangguan fungsi pembuluh darah.

Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, dan penderita penyakit kronis menjadi populasi yang paling terdampak oleh paparan polusi udara. Paparan polutan selama masa kehamilan juga meningkatkan risiko kelahiran prematur, bayi berat lahir rendah (BBLR), serta gangguan pertumbuhan janin. Kondisi ini menunjukkan bahwa dampak pencemaran udara tidak hanya bersifat jangka pendek, tetapi juga dapat memengaruhi kualitas kesehatan generasi mendatang.

Tingginya tingkat urbanisasi, kepadatan lalu lintas, aktivitas industri, penggunaan bahan bakar fosil, serta lemahnya pengendalian emisi menjadi faktor utama memburuknya kualitas udara di Jakarta. Oleh karena itu, pencemaran udara harus dipandang sebagai permasalahan lingkungan dan

kesehatan masyarakat yang memerlukan penanganan secara komprehensif, berkelanjutan, dan melibatkan berbagai pihak.

Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa rekomendasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat adalah sebagai berikut: 1) Pemerintah perlu memperkuat kebijakan pengendalian emisi kendaraan bermotor melalui penerapan standar emisi yang lebih ketat, uji emisi berkala, serta pembatasan penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil; 2) Pengembangan transportasi publik ramah lingkungan perlu ditingkatkan guna mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi. Penggunaan kendaraan listrik dan transportasi massal berbasis energi bersih dapat menjadi solusi jangka Panjang; 3) Pengawasan terhadap aktivitas industri dan pembangkit listrik harus diperketat, terutama terkait emisi gas berbahaya dan partikel pencemar udara agar tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan; 4) Peningkatan ruang terbuka hijau (RTH) di wilayah perkotaan perlu dilakukan untuk membantu menyerap polutan udara dan memperbaiki kualitas lingkungan; 5) Edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai bahaya polusi udara serta pentingnya menjaga kualitas udara perlu ditingkatkan melalui kampanye kesehatan lingkungan dan gaya hidup ramah lingkungan; 6) Pemantauan kualitas udara secara berkala dan transparan perlu diperluas agar masyarakat dapat mengetahui kondisi kualitas udara secara real time dan mengambil langkah perlindungan kesehatan yang diperlukan; 7) Penelitian lanjutan mengenai dampak jangka panjang polusi udara terhadap kesehatan masyarakat di Indonesia perlu terus dilakukan, terutama terkait kesehatan anak, ibu hamil, dan penyakit kronis akibat paparan polutan udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Results. Available online: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>. (accessed on 2 July 2021).
- Haryono, T. (2017). *Kualitas udara dan dampak kesehatan di kota-kota besar Indonesia*. Jurnal Lingkungan dan Kesehatan, 5(2), 56-67.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). *Laporan Tahunan Kualitas Udara Indonesia 2018*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Vital Strategies. (2023). *Main Source of Air Pollution in Jakarta* [Policy Brief]. Vital Strategies. www.vitalstrategies.org/source-apportionment-report.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- World Health Organization. Ambient (Outdoor) Air Pollution. Available online: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (accessed on 4 October 2021).