

Environment-Based Public Health: The Impact of Air Pollution on the Risk of Respiratory Diseases in Children

Choirul Amri^{1*}, Siti Hani Istiqomah², Iswanto³, Abdul Hadi Kadarusno⁴
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Corresponding Author: Choirul Amri choirul.amri@poltekkesjogja.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords : Air Pollution, Environmental Health, Respiratory Diseases, Children, Public Health

Received : 20 December 2026

Revised : 23 January 2026

Accepted: 25 February 2026

©2026 Amri, Istiqomah, Iswanto, Kadarusno: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

Air pollution is an environmental problem that has a significant impact on public health, especially on vulnerable groups such as children. This study aims to analyze the relationship between air pollution exposure and the risk of respiratory disease in children from an environmentally based public health perspective.

The research method used is a literature review with a descriptive analytical approach to scientific articles obtained from databases such as Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect within the last 10 years. Inclusion criteria include articles that are relevant to the topic, available in full text, and have a clear methodology. The results of the study indicate that air pollutants such as particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), nitrogen dioxide (NO₂), sulfur dioxide (SO₂), and carbon monoxide (CO) contribute significantly to the increase in respiratory diseases in children, including acute respiratory infections (ARI), asthma, and bronchitis. Air pollution is an important determinant of children's respiratory health, so a comprehensive environmentally based public health approach is needed through emission control policies, environmental quality improvements, and increased public education. Collaborative cross-sector efforts are essential to reduce the impact of air pollution and protect the health of children as the future generation.

Environment-Based Public Health: The Impact of Air Pollution on the Risk of Respiratory Diseases in Children

Choirul Amri^{1*}, Siti Hani Istiqomah², Iswanto³, Abdul Hadi Kadarusno⁴
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Corresponding Author: Choirul Amri choirul.amri@poltekkesjogja.ac.id

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Polusi Udara, Kesehatan Lingkungan, Penyakit Pernapasan, Anak-Anak, Kesehatan Masyarakat

Received : 20 Desember 2026

Revised : 23 Januari 2026

Accepted: 25 Februari 2026

©2026 Amri, Istiqomah, Iswanto, Kadarusno: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Polusi udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang berdampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara paparan polusi udara dengan risiko penyakit pernapasan pada anak dalam perspektif kesehatan masyarakat berbasis lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah literature review dengan pendekatan deskriptif analitik terhadap artikel ilmiah yang diperoleh dari database seperti Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Kriteria inklusi meliputi artikel yang relevan dengan topik, tersedia dalam teks lengkap, dan memiliki metodologi yang jelas. Hasil kajian menunjukkan bahwa polutan udara seperti particulate matter (PM_{2.5} dan PM₁₀), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan karbon monoksida (CO) berkontribusi signifikan terhadap peningkatan penyakit pernapasan pada anak, termasuk infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, dan bronkitis. Polusi udara merupakan determinan penting dalam kesehatan pernapasan anak, sehingga diperlukan pendekatan kesehatan masyarakat berbasis lingkungan yang komprehensif melalui kebijakan pengendalian emisi, perbaikan kualitas lingkungan, serta peningkatan edukasi masyarakat. Upaya kolaboratif lintas sektor sangat diperlukan untuk mengurangi dampak polusi udara dan melindungi kesehatan anak sebagai generasi masa depan.

PENDAHULUAN

Kesehatan masyarakat merupakan salah satu indikator utama dalam menilai tingkat kesejahteraan suatu negara, karena mencerminkan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh yang mencakup aspek fisik, sosial, dan lingkungan (Kilimova, 2019; Kim, 2023; Murawska, 2025). Tingginya derajat kesehatan masyarakat tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan fasilitas pelayanan kesehatan yang memadai, tenaga medis yang kompeten, serta aksesibilitas layanan yang merata, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat masyarakat tersebut tinggal dan beraktivitas sehari-hari. Dalam beberapa dekade terakhir, pendekatan kesehatan masyarakat berbasis lingkungan semakin mendapatkan perhatian luas di tingkat global maupun nasional, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan antara pembangunan dan kelestarian lingkungan. Hal ini didasarkan pada pemahaman bahwa kualitas lingkungan memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan status kesehatan manusia, di mana lingkungan yang bersih dan sehat dapat mencegah berbagai penyakit, sedangkan lingkungan yang tercemar justru menjadi faktor risiko utama bagi timbulnya berbagai gangguan kesehatan (Shetty, 2023; Olorunsogo, 2024). Salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang paling signifikan adalah pencemaran udara, yang kini menjadi isu krusial di berbagai negara, termasuk Indonesia (Li, 2022; Mir, 2024). Lingkungan yang tidak sehat akibat polusi udara telah terbukti berkontribusi terhadap meningkatnya beban penyakit, baik penyakit menular maupun tidak menular, sehingga menjadikan isu ini sebagai tantangan serius dalam upaya peningkatan kualitas kesehatan masyarakat secara berkelanjutan (Sitorus, 2025).

Polusi udara merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang paling kompleks karena melibatkan berbagai jenis zat pencemar dengan karakteristik kimia dan fisika yang berbeda, serta memiliki sumber yang beragam baik dari aktivitas alami maupun aktivitas manusia (Ahmed, 2024). Namun demikian, kontribusi terbesar terhadap polusi udara berasal dari aktivitas antropogenik, seperti emisi kendaraan bermotor yang terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan mobilitas, aktivitas industri yang menghasilkan limbah gas berbahaya, pembakaran bahan bakar fosil untuk kebutuhan energi, serta praktik pembakaran sampah terbuka yang masih banyak dilakukan di berbagai wilayah (Odubo, 2024). Seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan industrialisasi, terutama di negara berkembang, kualitas udara di banyak wilayah mengalami penurunan yang signifikan. Pertumbuhan kota yang tidak terencana dengan baik sering kali menyebabkan tingginya kepadatan lalu lintas dan aktivitas industri di area yang berdekatan dengan permukiman, sehingga meningkatkan paparan masyarakat terhadap zat-zat berbahaya di udara (Gupta, 2023). Kondisi ini diperparah oleh lemahnya pengawasan terhadap emisi dan rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas lingkungan, sehingga polusi udara menjadi masalah yang semakin sulit dikendalikan.

Dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia sangat beragam dan bersifat multidimensional, mulai dari gangguan kesehatan ringan yang bersifat

sementara hingga penyakit kronis yang dapat mengancam jiwa dan menurunkan kualitas hidup secara signifikan. Salah satu sistem tubuh yang paling terdampak adalah sistem pernapasan, karena udara yang tercemar secara langsung masuk ke dalam tubuh melalui proses inhalasi dan berinteraksi dengan jaringan saluran pernapasan (Akbar, 2024; Krismanuel, 2024). Paparan polutan seperti particulate matter (PM_{2.5} dan PM₁₀), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan karbon monoksida (CO) telah terbukti secara ilmiah dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, memicu peradangan, serta merusak jaringan paru-paru dalam jangka panjang (Meo, 2024; Esposito, 2025). Selain itu, partikel-partikel halus seperti PM_{2.5} bahkan dapat menembus hingga ke dalam aliran darah, sehingga berpotensi menimbulkan gangguan pada sistem kardiovaskular (Thangavel, 2022). Dampak kesehatan ini tidak hanya dirasakan dalam jangka pendek, seperti batuk, sesak napas, dan iritasi tenggorokan, tetapi juga dalam jangka panjang berupa peningkatan risiko penyakit kronis seperti asma, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), hingga kanker paru-paru.

Kelompok anak-anak merupakan populasi yang paling rentan terhadap dampak polusi udara dibandingkan kelompok usia lainnya, karena kondisi fisiologis mereka yang masih dalam tahap pertumbuhan dan perkembangan (Urrutia, 2022). Organ-organ vital, khususnya paru-paru, belum berkembang secara sempurna sehingga lebih sensitif terhadap paparan zat-zat berbahaya yang terdapat di udara. Selain itu, sistem kekebalan tubuh anak juga belum sekuat orang dewasa, sehingga mereka lebih mudah mengalami infeksi dan gangguan kesehatan lainnya. Anak-anak juga memiliki frekuensi pernapasan yang lebih tinggi dibandingkan orang dewasa, yang berarti mereka menghirup lebih banyak udara dalam waktu yang sama, sehingga secara tidak langsung meningkatkan jumlah polutan yang masuk ke dalam tubuh. Kerentanan ini menjadikan anak-anak sebagai kelompok yang paling berisiko mengalami dampak negatif polusi udara, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Selain faktor biologis, perilaku anak-anak juga turut berkontribusi terhadap tingginya risiko paparan polusi udara (Yu, 2023). Anak-anak cenderung lebih aktif secara fisik dan lebih sering menghabiskan waktu di luar ruangan untuk bermain, berolahraga, maupun berinteraksi dengan teman sebaya. Aktivitas ini, meskipun penting bagi perkembangan fisik dan sosial mereka, justru meningkatkan kemungkinan terpapar polutan udara, terutama jika dilakukan di lingkungan dengan kualitas udara yang buruk. Kurangnya kesadaran akan bahaya polusi serta minimnya penggunaan alat pelindung seperti masker juga memperbesar risiko tersebut (Tran, 2023). Kondisi ini menjadi semakin mengkhawatirkan apabila anak-anak tinggal di daerah dengan tingkat polusi udara yang tinggi, seperti di sekitar jalan raya yang padat dengan lalu lintas kendaraan atau kawasan industri yang menghasilkan emisi berbahaya. Kombinasi antara faktor lingkungan dan perilaku ini menjadikan anak-anak kelompok yang sangat rentan dan membutuhkan perhatian khusus dalam upaya perlindungan kesehatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit pernapasan pada anak-anak, seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, dan bronkitis, hingga saat ini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan (Swain, 2025). Tingginya angka kejadian penyakit-penyakit tersebut menunjukkan bahwa masih banyak faktor risiko yang belum tertangani secara optimal, termasuk faktor lingkungan seperti polusi udara. Data epidemiologi menunjukkan bahwa penyakit pernapasan merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak, khususnya pada kelompok usia di bawah lima tahun yang memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi (Ali, 2024). Berbagai studi menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara paparan polusi udara dengan peningkatan kejadian penyakit pernapasan pada anak (Pakpahan, 2025). Lingkungan dengan kualitas udara yang buruk cenderung memiliki angka kejadian ISPA dan penyakit pernapasan lainnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungan yang memiliki kualitas udara baik (Monoson, 2023). Hal ini menegaskan bahwa permasalahan polusi udara tidak dapat dipisahkan dari upaya penanggulangan penyakit pernapasan pada anak.

Selain dampak kesehatan yang bersifat langsung, polusi udara juga memiliki konsekuensi jangka panjang yang serius terhadap kualitas hidup anak. Paparan polutan dalam jangka waktu yang lama dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan paru-paru, sehingga kapasitas paru menjadi tidak optimal dan meningkatkan kerentanan terhadap berbagai penyakit di masa mendatang (Dondi, 2023). Anak-anak yang sejak dini terpapar polusi udara berisiko lebih tinggi mengalami gangguan pernapasan kronis ketika dewasa, serta memiliki kualitas hidup yang lebih rendah dibandingkan mereka yang tumbuh di lingkungan yang bersih (Maharani, 2023). Dampak jangka panjang ini menunjukkan bahwa polusi udara tidak hanya menjadi masalah kesehatan sesaat, tetapi juga merupakan ancaman serius bagi generasi masa depan. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan pengendalian polusi udara menjadi sangat penting untuk menjamin keberlangsungan kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengkaji hubungan antara polusi udara dan penyakit pernapasan pada anak, baik melalui pendekatan epidemiologi, klinis, maupun eksperimental. Hasil penelitian tersebut secara konsisten menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara peningkatan konsentrasi polutan udara dengan meningkatnya risiko gangguan pernapasan pada anak (Huang, 2022; Septiani, 2025). Namun demikian, terdapat variasi hasil yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi geografis, tingkat kepadatan penduduk, status sosial ekonomi, serta kebijakan lingkungan yang diterapkan di masing-masing wilayah. Perbedaan ini menunjukkan bahwa dampak polusi udara tidak bersifat homogen, melainkan dipengaruhi oleh konteks lokal yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih kontekstual dan spesifik untuk memahami dinamika hubungan antara polusi udara dan kesehatan anak di berbagai wilayah.

Dalam konteks kesehatan masyarakat berbasis lingkungan, diperlukan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi untuk mengatasi permasalahan

polusi udara secara efektif. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada penanganan penyakit melalui layanan kesehatan, tetapi juga menekankan pentingnya upaya pencegahan melalui pengendalian sumber-sumber polusi, peningkatan kualitas lingkungan, serta edukasi masyarakat mengenai pentingnya menjaga kesehatan lingkungan. Peran pemerintah sangat krusial dalam merumuskan kebijakan yang berpihak pada perlindungan lingkungan, seperti pengaturan emisi kendaraan dan industri, pengembangan transportasi ramah lingkungan, serta pengawasan terhadap aktivitas yang berpotensi mencemari udara. Selain itu, sektor swasta dan masyarakat juga memiliki tanggung jawab dalam menjaga lingkungan melalui praktik yang lebih berkelanjutan. Kolaborasi antara berbagai pihak ini menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan mendukung peningkatan derajat kesehatan masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam dampak polusi udara terhadap risiko penyakit pernapasan pada anak-anak dalam perspektif kesehatan masyarakat berbasis lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara kualitas udara dan kesehatan anak, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kerentanan terhadap penyakit pernapasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan dalam pengembangan kebijakan dan strategi intervensi yang lebih efektif dan tepat sasaran, baik di tingkat lokal maupun nasional. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar bagi peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas lingkungan sebagai upaya preventif dalam melindungi kesehatan generasi masa depan serta meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain literature review yang bersifat deskriptif-analitik untuk mengkaji secara komprehensif hubungan antara polusi udara dan risiko penyakit pernapasan pada anak-anak. Sumber data diperoleh dari berbagai artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional maupun internasional bereputasi, yang diakses melalui basis data seperti Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Proses penelusuran literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci “polusi udara”, “kesehatan lingkungan”, “penyakit pernapasan”, dan “anak-anak”, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 10 tahun terakhir, memiliki relevansi dengan topik penelitian, serta menggunakan metode penelitian yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap, tidak melalui proses peer-review, serta memiliki kualitas metodologis yang rendah. Setelah proses identifikasi dan seleksi, artikel yang memenuhi kriteria dianalisis secara mendalam melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Analisis data dilakukan dengan cara mengelompokkan temuan penelitian berdasarkan jenis polutan, dampak terhadap sistem pernapasan anak, serta faktor risiko yang memengaruhi tingkat kerentanan. Selanjutnya, dilakukan sintesis untuk mengintegrasikan berbagai hasil penelitian sehingga diperoleh pemahaman yang utuh mengenai hubungan antara polusi udara dan penyakit pernapasan pada anak. Untuk meningkatkan validitas, peneliti melakukan triangulasi sumber dengan membandingkan hasil dari berbagai penelitian yang memiliki konteks dan metode berbeda. Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian mampu memberikan gambaran yang komprehensif dan dapat menjadi dasar dalam pengambilan kebijakan kesehatan masyarakat berbasis lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian literatur dalam penelitian ini secara komprehensif menunjukkan bahwa polusi udara merupakan faktor risiko lingkungan yang memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan kejadian penyakit pernapasan pada anak-anak, baik dalam bentuk gangguan akut maupun kronis yang berdampak jangka panjang terhadap kualitas hidup (Shahriyari, 2022; Aithal, 2023; George, 2024). Berbagai studi yang dianalisis, baik bersifat epidemiologis maupun klinis, secara konsisten memperlihatkan adanya hubungan yang kuat, linier, dan bermakna antara peningkatan konsentrasi polutan udara dengan gangguan kesehatan sistem respirasi, terutama pada kelompok usia rentan seperti anak-anak yang secara fisiologis masih berada dalam tahap perkembangan. Anak-anak yang tinggal di wilayah dengan kualitas udara buruk, seperti kawasan perkotaan padat dan industri, terbukti memiliki angka kejadian penyakit pernapasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang tinggal di lingkungan dengan kualitas udara lebih baik, sehingga menegaskan bahwa kualitas udara merupakan determinan penting dalam kesehatan anak (Holden, 2023).

Polutan udara yang paling banyak dikaji dalam berbagai penelitian terdahulu meliputi particulate matter (PM_{2.5} dan PM₁₀), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), serta karbon monoksida (CO), yang masing-masing memiliki karakteristik dan dampak kesehatan yang berbeda (Aljafen, 2025; Tamayo, 2026). Partikel halus seperti PM_{2.5} dinilai memiliki dampak paling besar karena ukurannya yang sangat kecil memungkinkan untuk menembus hingga ke alveoli paru-paru bahkan masuk ke dalam aliran darah, sehingga memicu berbagai gangguan kesehatan. Temuan literatur menunjukkan bahwa peningkatan kadar PM_{2.5} secara signifikan berkorelasi dengan meningkatnya kunjungan ke fasilitas pelayanan kesehatan akibat gangguan pernapasan pada anak, termasuk peningkatan kasus ISPA dan asma (Mebrahtu, 2023; Wulan, 2024).

Paparan nitrogen dioksida (NO₂), yang sebagian besar berasal dari emisi kendaraan bermotor, juga terbukti memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan prevalensi asma pada anak usia sekolah (Sari, 2025). Studi epidemiologi menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di sekitar jalan raya dengan tingkat lalu lintas tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami gejala respirasi kronis seperti batuk berkepanjangan, mengi, dan sesak napas

(Nawawonganun, 2026). Kondisi ini menunjukkan bahwa sumber polusi berbasis transportasi memiliki kontribusi besar terhadap penurunan kualitas udara di lingkungan permukiman dan secara langsung berdampak pada kesehatan anak.

Sulfur dioksida (SO₂) dan karbon monoksida (CO) juga memberikan kontribusi terhadap gangguan kesehatan pernapasan, meskipun tingkat dampaknya relatif lebih rendah dibandingkan dengan PM_{2.5} (Khalaf, 2024; Shaheed, 2026). Paparan SO₂ dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, mempersempit bronkus, serta memperburuk kondisi penyakit yang telah ada seperti bronkitis dan asma. Sementara itu, karbon monoksida memiliki afinitas tinggi terhadap hemoglobin sehingga dapat mengurangi kapasitas darah dalam mengikat oksigen, yang pada akhirnya dapat memperburuk kondisi kesehatan secara umum, terutama pada anak-anak dengan kondisi kesehatan yang sudah rentan.

Dari segi jenis penyakit, hasil kajian menunjukkan bahwa infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) merupakan penyakit yang paling sering dikaitkan dengan paparan polusi udara pada anak-anak (Irma, 2025; Shafwan, 2025). ISPA umumnya terjadi akibat paparan jangka pendek terhadap polutan dengan konsentrasi tinggi yang memicu respons inflamasi pada saluran pernapasan. Selain itu, penyakit kronis seperti asma juga menunjukkan peningkatan prevalensi yang signifikan pada anak-anak yang terpapar polusi udara dalam jangka panjang, sehingga menunjukkan adanya perbedaan pola dampak berdasarkan durasi paparan (Malamardi, 2022; Gentile, 2022; Paciência, 2022;). Beberapa penelitian longitudinal menunjukkan bahwa paparan polusi udara dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan perkembangan paru-paru pada anak, termasuk penurunan fungsi paru dan hambatan pertumbuhan kapasitas paru secara optimal (Teng, 2022; Wallbanks, 2024). Kondisi ini dapat berdampak pada penurunan kapasitas paru-paru yang bersifat permanen hingga usia dewasa, sehingga meningkatkan risiko penyakit pernapasan kronis di masa mendatang. Temuan ini menjadi sangat penting karena menunjukkan bahwa dampak polusi udara tidak hanya bersifat sementara, tetapi juga memiliki konsekuensi jangka panjang terhadap kesehatan individu.

Partikel halus yang masuk ke dalam sistem pernapasan dapat memicu reaksi peradangan pada jaringan paru-paru, yang jika berlangsung terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan struktural (Albano, 2022). Selain itu, paparan polutan juga meningkatkan produksi radikal bebas yang merusak sel-sel tubuh, mengganggu fungsi normal sistem pernapasan, serta meningkatkan sensitivitas terhadap alergen. Paparan polusi udara juga diketahui dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh anak, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap berbagai jenis infeksi, terutama infeksi saluran pernapasan. Anak-anak yang sering terpapar polusi udara cenderung lebih mudah mengalami ISPA dan penyakit infeksi lainnya dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan udara bersih (Esposito, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa dampak polusi udara tidak hanya terbatas pada sistem pernapasan, tetapi juga memengaruhi sistem imun secara keseluruhan.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa terdapat berbagai faktor lain yang dapat memperkuat dampak polusi udara terhadap kesehatan anak, seperti kondisi sosial ekonomi keluarga, tingkat pendidikan orang tua, serta kondisi lingkungan tempat tinggal (Permana, 2025). Anak-anak dari keluarga dengan status sosial ekonomi rendah cenderung lebih rentan karena keterbatasan akses terhadap lingkungan yang sehat, gizi yang baik, serta pelayanan kesehatan yang memadai, sehingga meningkatkan risiko terjadinya penyakit pernapasan. Selain itu, faktor lingkungan domestik seperti paparan asap rokok di dalam rumah juga berperan dalam memperburuk kondisi kesehatan pernapasan anak (Murphy, 2023). Kombinasi antara polusi udara luar ruangan dan polusi dalam ruangan dapat meningkatkan tingkat paparan secara kumulatif, sehingga memperbesar risiko gangguan kesehatan. Oleh karena itu, upaya pengendalian polusi udara harus mencakup pendekatan yang menyeluruh, baik pada lingkungan luar maupun dalam rumah. Durasi dan intensitas paparan juga menjadi faktor penting dalam menentukan tingkat keparahan dampak kesehatan akibat polusi udara. Paparan jangka pendek umumnya berkaitan dengan peningkatan kasus ISPA dan gangguan pernapasan akut, sedangkan paparan jangka panjang lebih sering dikaitkan dengan penyakit kronis seperti asma dan penurunan fungsi paru-paru. Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian polusi udara harus dilakukan secara berkelanjutan dan konsisten untuk mencegah dampak jangka panjang.

Dalam perspektif kesehatan masyarakat berbasis lingkungan, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan preventif dalam mengatasi dampak polusi udara terhadap kesehatan anak. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui pengendalian sumber emisi, seperti pembatasan penggunaan kendaraan bermotor, peningkatan efisiensi energi, serta penggunaan energi ramah lingkungan. Selain itu, penyediaan ruang terbuka hijau juga dapat berperan dalam meningkatkan kualitas udara di lingkungan perkotaan. Dari sisi masyarakat, edukasi mengenai pentingnya menjaga kualitas udara dan melindungi anak dari paparan polusi juga menjadi aspek yang tidak kalah penting. Orang tua perlu diberikan pemahaman mengenai langkah-langkah sederhana yang dapat dilakukan untuk mengurangi paparan, seperti membatasi aktivitas luar ruangan saat kualitas udara buruk, menggunakan masker, serta menjaga kebersihan lingkungan rumah. Dengan demikian, hasil dan pembahasan dalam penelitian ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa polusi udara merupakan determinan penting dalam kesehatan pernapasan anak-anak yang memiliki dampak luas dan kompleks. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang komprehensif, terintegrasi, dan berkelanjutan yang melibatkan pemerintah, tenaga kesehatan, dan masyarakat dalam upaya pengendalian polusi udara guna melindungi kesehatan generasi masa depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa polusi udara merupakan faktor lingkungan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan risiko penyakit pernapasan pada anak-anak. Paparan berbagai polutan seperti PM_{2.5}, PM₁₀, nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan karbon monoksida (CO) terbukti berkontribusi

terhadap gangguan fungsi paru-paru, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Anak-anak sebagai kelompok rentan memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi akibat sistem pernapasan yang belum berkembang sempurna serta tingginya frekuensi paparan terhadap lingkungan luar. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang konsisten antara tingkat paparan polusi udara dengan kejadian penyakit pernapasan seperti infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, dan bronkitis. Paparan jangka pendek cenderung meningkatkan kasus penyakit akut, sementara paparan jangka panjang berpotensi menyebabkan gangguan kronis dan penurunan fungsi paru-paru yang bersifat permanen. Selain itu, faktor sosial ekonomi, kondisi lingkungan tempat tinggal, serta paparan polusi dalam ruangan turut memperkuat dampak negatif polusi udara terhadap kesehatan anak. Dengan demikian, pendekatan kesehatan masyarakat berbasis lingkungan menjadi sangat penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pernapasan pada anak. Diperlukan intervensi yang komprehensif melalui kebijakan pengendalian emisi, peningkatan kualitas lingkungan, serta edukasi masyarakat untuk mengurangi paparan polusi udara. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, tenaga kesehatan, dan masyarakat menjadi kunci dalam menciptakan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan guna melindungi kesehatan anak sebagai generasi masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S. (2024). Environmental Pollution And Global Issues (With Special Regard To Air Pollution). *Procedure International Journal Of Science And Technology*, 1(3), 1-13. <https://doi.org/10.62796/Pijst.2024v1i301>
- Aithal, S. S., Sachdeva, I., & Kurmi, O. P. (2023). Air Quality And Respiratory Health In Children. *Breathe*, 19(2). <https://doi.org/10.1183/20734735.0040-2023>
- Akbar, K. A., Chao, H. J., Thanvisitthpon, N., Wongsasuluk, P., & Kallawicha, K. (2024). Respiratory Diseases Caused By Air Pollutants. In *Diseases And Health Consequences Of Air Pollution* (Pp. 27-53). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-16080-6.00005-7>
- Albano, G. D., Gagliardo, R. P., Montalbano, A. M., & Profita, M. (2022). Overview Of The Mechanisms Of Oxidative Stress: Impact In Inflammation Of The Airway Diseases. *Antioxidants*, 11(11), 2237. <https://doi.org/10.3390/Antiox11112237>
- Ali, I. H., Hamka, H., & Male, S. N. (2024). Karakteristik Epidemiologi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa) Di Puskesmas Telaga Biru. *Healthy Tadulako Journal (Jurnal Kesehatan Tadulako)*, 10(3), 370-378. <https://doi.org/10.22487/Htj.V10i3.1242>
- Aljafen, B. N., Shaikh, N., Alkhalifah, J. M., & Meo, S. A. (2025). Effect Of Environmental Pollutants Particulate Matter (Pm2. 5, Pm10), Nitrogen Dioxide (No2), Sulfur Dioxide (So2), Carbon Monoxide (Co) And Ground Level Ozone (O3) On Epilepsy. *Bmc Neurology*, 25(1), 133. <https://doi.org/10.1186/S12883-025-04142-3>
- Dondi, A., Carbone, C., Manieri, E., Zama, D., Del Bono, C., Betti, L., ... & Lanari, M. (2023). Outdoor Air Pollution And Childhood Respiratory Disease: The

- Role Of Oxidative Stress. *International Journal Of Molecular Sciences*, 24(5), 4345. <https://doi.org/10.3390/Ijms24054345>
- Esposito, S., Fainardi, V., Titolo, A., Lazzara, A., Menzella, M., Campana, B., ... & Principi, N. (2025). How Air Pollution Fuels Respiratory Infections In Children: Current Insights. *Frontiers In Public Health*, 13, 1567206. <https://doi.org/10.3389/Fpubh.2025.1567206>
- Esposito, S., Fainardi, V., Titolo, A., Lazzara, A., Menzella, M., Campana, B., ... & Principi, N. (2025). How Air Pollution Fuels Respiratory Infections In Children: Current Insights. *Frontiers In Public Health*, 13, 1567206. <https://doi.org/10.3389/Fpubh.2025.1567206>
- Gentile, D. A., Morphey, T., Elliott, J., Presto, A. A., & Skoner, D. P. (2022). Asthma Prevalence And Control Among Schoolchildren Residing Near Outdoor Air Pollution Sites. *Journal Of Asthma*, 59(1), 12-22. <https://doi.org/10.1080/02770903.2020.1840584>
- George, P. E., Thakkar, N., Yasobant, S., Saxena, D., & Shah, J. (2024). Impact Of Ambient Air Pollution And Socio-Environmental Factors On The Health Of Children Younger Than 5 Years In India: A Population-Based Analysis. *The Lancet Regional Health-Southeast Asia*, 20.
- Gupta, S., & Kumar, R. (2023). Urban Areas And Air Pollution: Causes, Concerns, And Mitigation. In *Geospatial Analytics For Environmental Pollution Modeling: Analysis, Control And Management* (Pp. 163-185). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45300-7_7
- Holden, K. A., Lee, A. R., Hawcutt, D. B., & Sinha, I. P. (2023). The Impact Of Poor Housing And Indoor Air Quality On Respiratory Health In Children. *Breathe*, 19(2). <https://doi.org/10.1183/20734735.0058-2023>
- Huang, Z. H., Liu, X. Y., Zhao, T., Jiao, K. Z., Ma, X. X., Ren, Z., ... & Ma, L. (2022). Short-Term Effects Of Air Pollution On Respiratory Diseases Among Young Children In Wuhan City, China. *World Journal Of Pediatrics*, 18(5), 333-342. <https://doi.org/10.1007/S12519-022-00533-5>
- Irma, I. (2025). Hubungan Kepadatan Hunian Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa) Pada Balita. *Journal Of Public Health Science*, 2(4), 600-607. <https://doi.org/10.70248/Jophs.V2i4.2937>
- Khalaf, E. M., Mohammadi, M. J., Sulistiyani, S., Ramírez-Coronel, A. A., Kiani, F., Jalil, A. T., ... & Derikondi, M. (2024). Effects Of Sulfur Dioxide Inhalation On Human Health: A Review. *Reviews On Environmental Health*, 39(2), 331-337. <https://doi.org/10.1515/Reveh-2022-0237>
- Kilimova, L., & Lysikova, O. (2019). Health As A Fundamental Basis Of Population Life Quality. *Economic Annals-Xxi/Ekonomičnij Časopis-Xxi*, 180. <https://doi.org/10.21003/Ea.V180-21>
- Kim, S. (2024). World Health Organization Quality Of Life (Whoqol) Assessment. In *Encyclopedia Of Quality Of Life And Well-Being Research* (Pp. 7866-7867). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17299-1_3282

- Krismanuel, H., & Hairunisa, N. (2024). The Effects Of Air Pollution On Respiratory Problems: A Literature Review. *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.33860/jik.V18i1.3151>
- Li, X., Hu, Z., Cao, J., & Xu, X. (2022). The Impact Of Environmental Accountability On Air Pollution: A Public Attention Perspective. *Energy Policy*, 161, 112733. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112733>
- Maharani, S., & Aryanta, W. R. (2023). Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya. *Jurnal Ecocentrism*, 3(2), 47-58. <https://doi.org/10.36733/jeco.V3i2.7035>
- Malamardi, S., Lambert, K. A., Praveena, A. S., Anand, M. P., & Erbas, B. (2022). Time Trends Of Greenspaces, Air Pollution, And Asthma Prevalence Among Children And Adolescents In India. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 19(22), 15273. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215273>
- Mebrahtu, T. F., Santorelli, G., Yang, T. C., Wright, J., Tate, J., & Mceachan, R. R. (2023). The Effects Of Exposure To No₂, Pm_{2.5} And Pm₁₀ On Health Service Attendances With Respiratory Illnesses: A Time-Series Analysis. *Environmental Pollution*, 333, 122123. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122123>
- Meo, S. A., Salih, M. A., Alkhalifah, J. M., Alsomali, A. H., & Almushawah, A. A. (2024). Effect Of Air Pollutants Particulate Matter Pm_{2.5}, Pm₁₀, Carbon Monoxide (Co), Nitrogen Dioxide (No₂), Sulfur Dioxide (So₂), And Ozone (O₃) On Fractional Exhaled Nitric Oxide (Feno). *Pakistan Journal Of Medical Sciences*, 40(8), 1719.
- Mir, R. A., Mantoo, A. G., Sofi, Z. A., Bhat, D. A., Bashir, A., & Bashir, S. (2023). Types Of Environmental Pollution And Its Effects On The Environment And Society. In *Geospatial Analytics For Environmental Pollution Modeling: Analysis, Control And Management* (Pp. 1-31). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45300-7_1
- Monoson, A., Schott, E., Ard, K., Kilburg-Basnyat, B., Tighe, R. M., Pannu, S., & Gowdy, K. M. (2023). Air Pollution And Respiratory Infections: The Past, Present, And Future. *Toxicological Sciences*, 192(1), 3-14. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfad003>
- Murawska, A., Sieg, P., & Stereńczak, S. (2025). Environmental Safety And Self-Perceived Quality Of Life And Health: The Example Of The European Union. *Sustainability*, 17(18), 8412. <https://doi.org/10.3390/su17188412>
- Murphy, J., Tharumakunarah, R., Holden, K. A., King, C., Lee, A. R., Rose, K., ... & Sinha, I. P. (2023). Impact Of Indoor Environment On Children's Pulmonary Health. *Expert Review Of Respiratory Medicine*, 17(12), 1249-1259. <https://doi.org/10.1080/17476348.2024.2307561>
- Nawawonganun, R., Sornlorm, K., & Mahato, R. K. (2026). School Travel Patterns And Respiratory Symptoms Among Urban School Children. *Aerosol And Air Quality Research*, 26(2), 13. <https://doi.org/10.1007/S44408-026-00095-5>
- Odubo, T. C., & Kosoe, E. A. (2024). Sources Of Air Pollutants: Impacts And Solutions. In *Air Pollutants In The Context Of One Health: Fundamentals*,

- Sources, And Impacts (Pp. 75-121). Cham: Springer Nature Switzerland.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1127-1>
- Paciência, I., Cavaleiro Rufo, J., & Moreira, A. (2022). Environmental Inequality: Air Pollution And Asthma In Children. *Pediatric Allergy And Immunology*, 33(6). <https://doi.org/10.1111/Pai.13818>
- Pakpahan, E. L. E., & Pakpahan, E. H. (2025). Hubungan Paparan Polusi Udara Pm2, 5 Dengan Risiko Gangguan Kesehatan Masyarakat Di Wilayah Perkotaan. *Al-Tamimi Kesmas: Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat (Journal Of Public Health Sciences)*, 14(2), 254-262. <https://doi.org/10.35328/Kesmas.V14i2.3137>
- Permana, F. C., Zakianis, Z., Fitria, L., & Fitratunnisa, E. P. (2025). Hubungan Faktor Iklim, Faktor Polutan Dan Faktor Sosioekonomi Terhadap Proporsi Pneumonia Balita Provinsi Dki Jakarta Tahun 2013–2022. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 6(2), 2. <https://doi.org/10.7454/Jnklg.V6i2.1051>
- Sari, P. N., Drijeana, D., Yudison, A. P., Agustian, D., Kurnia, A. B., & Riqqi, A. (2025). Ambient Air Nitrogen Dioxide Concentration And The Growing Incidence Of Asthma In School-Aged Children. *Global Journal Of Environmental Science And Management*, 11(3), 1125-1142. <https://doi.org/10.22034/Gjesm.2025.03.14>
- Septiani, F., Al Amini, A., Damanik, J. A. D., Pasaribu, G. R., & Al Azmi, F. (2025). Dampak Polusi Lingkungan Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kawasan Perkotaan Indonesia. *Cendekia: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 77-85. <https://cendekia.co/index.php/cendekia/article/view/51>
- Shafwan, A. (2025). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Ispa) Pada Balita Di Wilayah Kerja Blud Uptd Puskesmas Nambo Tahun 2024. *Jurnal Penelitian Sains Dan Kesehatan Avicenna*, 4(1), 29-36. <https://doi.org/10.69677/Avicenna.V4i1.121>
- Shaheed, D. M., Al-Mehana, W. N. A., Al-Hamami, S. A., & Alfaham, S. K. H. (2026). Study Of The Effects Of Carbon Monoxide (Co) And Sulfur Dioxide (So₂) On Selected Physiological And Biochemical Blood Parameters Among Electric Generator Workers In Al-Najaf Al-Ashraf City. *International Journal Of Environmental And Biological Sciences*, 1(2), 102-125. <https://ijeb-journal.de/index.php/ijeb/article/view/19>
- Shahriyari, H. A., Nikmanesh, Y., Jalali, S., Tahery, N., Zhiani Fard, A., Hatamzadeh, N., ... & Mohammadi, M. J. (2022). Air Pollution And Human Health Risks: Mechanisms And Clinical Manifestations Of Cardiovascular And Respiratory Diseases. *Toxin Reviews*, 41(2), 606-617. <https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1887261>
- Shetty, S. S., Deepthi, D., Harshitha, S., Sonkusare, S., Naik, P. B., & Madhyastha, H. (2023). Environmental Pollutants And Their Effects On Human Health. *Heliyon*, 9(9).
- Sitorus, R. M., Nugroho, G. A., Sihombing, C. P., Agustin, A., Wardana, H. B., Situmorang, I. A., & Achmad, E. F. (2025). Epidemiological Analysis Of Disease Spread Based On Environmental Factors At Kramat Jati Market Using Health Data From Kramat Jati Community Health Center–Originate

- Research Paper. *Journal Of Sustainable Energy And Environmental Management*, 1(2), 66-75.
- Swain, S., & Sharma, S. (2025). Acute Respiratory Infections Among Young Children: A Continuing Global Health Burden. *Idc Int J [Internet]*, 12(3), 38-43. <https://doi.org/10.47211/Idcij.2025.V12i03.009>
- Tamayo, M., Clavijo, N. D., López, A. B. H., Schweineberg, M. E., Bejarano, A. F., Aljure, J. P., ... & Sanin, B. W. (2026). Air Pollution, Driver Mutations, And Survival In Non-Small Cell Lung Cancer: Insights From A High-Altitude Hispanic Cohort. *Translational Lung Cancer Research*. <https://dx.doi.org/10.21037/Tlcr-2025-1-1334>
- Teng, J., Li, J., Yang, T., Cui, J., Xia, X., Chen, G., ... & Li, W. (2022). Long-Term Exposure To Air Pollution And Lung Function Among Children In China: Association And Effect Modification. *Frontiers In Public Health*, 10, 988242. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.988242>
- Thangavel, P., Park, D., & Lee, Y. C. (2022). Recent Insights Into Particulate Matter (Pm2. 5)-Mediated Toxicity In Humans: An Overview. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 19(12), 7511. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127511>
- Tran, H. M., Tsai, F. J., Lee, Y. L., Chang, J. H., Chang, L. T., Chang, T. Y., ... & Chuang, H. C. (2023). The Impact Of Air Pollution On Respiratory Diseases In An Era Of Climate Change: A Review Of The Current Evidence. *Science Of The Total Environment*, 898, 166340. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166340>
- Urrutia-Pereira, M., Guidos-Fogelbach, G., & Solé, D. (2022). Climate Changes, Air Pollution And Allergic Diseases In Childhood And Adolescence. *Jornal De Pediatria*, 98, S47-S54. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2021.10.005>
- Wallbanks, S., Griffiths, B., Thomas, M., Price, O. J., & Sylvester, K. P. (2024). Impact Of Environmental Air Pollution On Respiratory Health And Function. *Physiological Reports*, 12(16), E70006. <https://doi.org/10.14814/Phy2.70006>
- Wulan, S., Lidiawati, L., Dirhan, D., & Maydinar, D. D. (2024). Dampak Pm2, 5 Terhadap Jumlah Kasus Rawat Jalan Penyakit Paru Obstruktif Kronis Di Kota Bengkulu. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 7(1), 537-545. <http://dx.doi.org/10.30633/jsm.V7i1.2790>
- Yu, H., & Zhang, H. (2023). Impact Of Ambient Air Pollution On Physical Activity And Sedentary Behavior In Children. *Bmc Public Health*, 23(1), 357. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15269-8>