

ANALISIS HUBUNGAN KONSENTRASI PARTIKULAT UDARA AMBIEN (PM_{2.5} DAN PM₁₀) DENGAN KEJADIAN INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) DI WILAYAH DKI JAKARTA

Ainu Aqilah Rahmah¹, Ernyasih¹, Nur Romdhona¹

¹Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta

E-mail: ainuaqlh@gmail.com

Abstract

Acute Respiratory Infections (ARIs) remain a public health issue with a high incidence rate in Indonesia. One environmental factor suspected of contributing to the increased incidence of ARIs is ambient air pollution, particularly exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) and coarse particulate matter (PM₁₀). This study aims to analyze the relationship between ambient air particulate matter concentrations (PM_{2.5} and PM₁₀) and ARI incidence in DKI Jakarta Province during the 2023-2025 period. This study employed an analytical observational design using an ecological study approach. The results showed that PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations, as well as ARI incidence, varied across regions, with the highest particulate matter concentrations and ARI case counts consistently found in East Jakarta. Correlation tests showed that PM_{2.5} concentrations had a significant positive association with ARI incidence among toddlers in North Jakarta ($r = 0.541$; $p = 0.001$) and East Jakarta ($r = 0.471$; $p = 0.004$), as well as among non-toddlers in North Jakarta ($r = 0.684$; $p < 0.001$). In contrast, PM₁₀ concentrations did not show a significant association with the incidence of ARI across the study area ($p > 0.05$). This study concludes that PM_{2.5} has a more consistent association with the incidence of ARI than PM₁₀. Therefore, controlling PM_{2.5} emissions should be a priority in efforts to improve air quality and prevent respiratory diseases in urban areas.

Keywords: ARIs, PM_{2.5}, PM₁₀, DKI Jakarta

Abstrak

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang masih memiliki angka kejadian tinggi di Indonesia. Salah satu faktor lingkungan yang diduga berkontribusi terhadap peningkatan kejadian ISPA adalah pencemaran udara ambien, khususnya paparan partikulat halus (PM_{2.5}) dan partikulat kasar (PM₁₀). Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan konsentrasi partikulat udara ambien (PM_{2.5} dan PM₁₀) dengan kejadian ISPA di Provinsi DKI Jakarta selama periode 2023-2025. Penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan studi ekologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ serta

Article history

Received : Juli 2026

Reviewed: Juli 2026

Published: Juli 2026

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

kejadian ISPA mengalami variasi antar wilayah, dengan nilai konsentrasi partikulat dan jumlah kasus ISPA tertinggi secara konsisten ditemukan di Jakarta Timur. Uji korelasi menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ memiliki hubungan positif yang signifikan dengan kejadian ISPA balita di Jakarta Utara ($r=0,541$; $p=0,001$) dan Jakarta Timur ($r=0,471$; $p=0,004$), serta ISPA non-balita di Jakarta Utara ($r=0,684$; $p<0,001$). Sebaliknya, konsentrasi PM_{10} tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di seluruh wilayah penelitian ($p>0,05$). Penelitian ini menyimpulkan bahwa $PM_{2.5}$ memiliki hubungan yang lebih konsisten dengan kejadian ISPA dibandingkan PM_{10} . Oleh karena itu, pengendalian emisi $PM_{2.5}$ perlu menjadi prioritas dalam upaya peningkatan kualitas udara dan pencegahan penyakit saluran pernapasan di wilayah perkotaan.

Kata Kunci: ISPA, $PM_{2.5}$, PM_{10} , DKI Jakarta

PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat dengan beban penyakit yang tinggi di dunia maupun di Indonesia. Secara global, ISPA masih menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada masyarakat. Diperkirakan sekitar 3,9 juta kematian setiap tahun berkaitan dengan ISPA, dengan proporsi yang cukup besar terjadi pada kelompok usia lanjut sekitar 56%. Di Indonesia, Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan prevalensi ISPA sebesar 23,5% pada seluruh kelompok umur. Tingginya kejadian ISPA juga masih ditemukan di wilayah perkotaan, khususnya DKI Jakarta, yang mencatat lebih dari 1,9 juta kasus selama periode Januari-Oktober 2025. (1,2)Besarnya jumlah kasus tersebut menunjukkan bahwa ISPA masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang memerlukan perhatian, terutama terhadap berbagai faktor risiko yang berperan dalam peningkatan kejadian penyakit, termasuk faktor lingkungan.

Salah satu faktor lingkungan yang diketahui berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian ISPA adalah pencemaran udara ambien. Laporan *State of Global Air* menyebutkan bahwa pencemaran udara menyebabkan sekitar 8,1 juta kematian pada tahun 2021 dan menjadi salah satu faktor risiko kesehatan terbesar di dunia. Selain itu, lebih dari 90% populasi global masih menghirup udara yang kualitasnya melebihi pedoman *World Health Organization* (WHO). (3) Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencemaran udara tidak hanya menjadi isu lingkungan, tetapi juga merupakan ancaman serius terhadap kesehatan masyarakat, terutama terhadap gangguan sistem pernapasan.

Di antara berbagai jenis polutan udara, partikulat udara (*particulate matter*), khususnya $PM_{2.5}$ dan PM_{10} , merupakan komponen yang paling banyak dikaji karena dampaknya yang

signifikan terhadap kesehatan. WHO menetapkan pedoman konsentrasi tahunan $PM_{2.5}$ sebesar $5 \mu g/m^3$ dan PM_{10} sebesar $15 \mu g/m^3$ sebagai batas untuk meminimalkan risiko kesehatan akibat paparan partikulat. (4) PM_{10} umumnya terdeposit pada saluran pernapasan bagian atas, sedangkan $PM_{2.5}$ memiliki ukuran yang lebih kecil sehingga mampu mencapai alveoli paru. Paparan kedua jenis partikulat tersebut dapat memicu stres oksidatif, respons inflamasi, gangguan mekanisme mukosilier, serta meningkatkan kerentanan saluran pernapasan terhadap infeksi penyebab ISPA. (5-9)

Permasalahan paparan partikulat udara menjadi semakin penting di wilayah metropolitan seperti DKI Jakarta yang memiliki kepadatan penduduk, mobilitas transportasi, aktivitas industri, dan pembangunan yang sangat tinggi. Berbagai aktivitas tersebut berkontribusi terhadap peningkatan emisi partikulat di udara ambien. Hasil pemantauan kualitas udara menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Jabodetabek mencapai sekitar $42,5 \mu g/m^3$, bahkan di beberapa lokasi melebihi $50 \mu g/m^3$. Nilai tersebut jauh melampaui pedoman kualitas udara tahunan WHO, sehingga menunjukkan tingginya potensi paparan partikulat bagi masyarakat perkotaan. (10) Kondisi ini mengindikasikan bahwa pencemaran udara masih menjadi isu kesehatan lingkungan yang perlu mendapat perhatian dalam upaya pengendalian penyakit berbasis lingkungan.

Penelitian oleh Septiani et al., (2025) menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat dan signifikan antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dengan peningkatan kasus ISPA pada Masyarakat. Hasil serupa juga dikemukakan oleh Kahfi et al., (2025) yang menyatakan bahwa tingginya konsentrasi PM_{10} di udara ambien dapat meningkatkan risiko munculnya keluhan ISPA. Sebaliknya, penelitian oleh Jerri Agustan et al., (2024) tidak menemukan hubungan yang signifikan antara paparan $PM_{2.5}$ maupun PM_{10} dengan kejadian ISPA. Temuan tersebut didukung oleh penelitian Siti Halimah Tusaddiah et al., (2025) di Sorowako Provinsi Sulawesi Selatan, yang menunjukkan bahwa konsentrasi polutan udara seperti SO_2 , PM_{10} , maupun $PM_{2.5}$ tidak hubungan secara signifikan dengan kejadian ISPA Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji hubungan antara paparan partikulat udara ambien dengan kejadian ISPA, hasil yang diperoleh masih menunjukkan inkonsistensi, terutama terkait kekuatan hubungan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} terhadap kejadian ISPA pada wilayah dengan karakteristik pencemaran udara yang berbeda. Selain itu, penelitian yang menggunakan data agregat terbaru untuk menggambarkan hubungan tersebut di wilayah DKI Jakarta masih relatif terbatas. Padahal, DKI Jakarta merupakan wilayah metropolitan dengan tingkat paparan partikulat yang tinggi dan beban kasus ISPA yang masih signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan konsentrasi partikulat udara ambien ($PM_{2.5}$ dan PM_{10}) dengan kejadian ISPA di Provinsi DKI Jakarta selama

periode 2023-2025. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bukti ilmiah dalam mendukung upaya pengendalian pencemaran udara serta penyusunan kebijakan pencegahan penyakit pernapasan berbasis kesehatan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain observasional analitik menggunakan pendekatan studi ekologi untuk menganalisis hubungan antara konsentrasi partikulat udara ambien (PM_{2.5} dan PM₁₀) dengan kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) di DKI Jakarta. Penelitian dilaksanakan pada Maret-Juli 2026 menggunakan data sekunder periode Januari 2023-Desember 2025. Data konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, sedangkan data kejadian ISPA diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta. Sampel ditentukan dengan teknik *total sampling*, yaitu seluruh data bulanan yang memenuhi kriteria inklusi selama periode penelitian. Analisis data dilakukan secara univariat untuk mendeskripsikan distribusi konsentrasi PM_{2.5}, PM₁₀, dan kejadian ISPA, serta analisis bivariat melalui uji korelasi untuk menguji hubungan antar variabel.

HASIL

1. Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM_{2.5}

Variabel	n	Mean	SD	Min - Max
Jakarta Pusat				
PM _{2.5} Tahun 2023	12	36.38	11.83	14.69 - 50.19
PM _{2.5} Tahun 2024	12	32.67	10.38	15.16 - 45.13
PM _{2.5} Tahun 2025	12	35.11	11.63	17.34 - 48.81
Jakarta Utara				
PM _{2.5} Tahun 2023	12	35.43	8.55	26.09 - 47.74
PM _{2.5} Tahun 2024	12	37.57	7.52	28.14 - 54.86
PM _{2.5} Tahun 2025	12	33.07	5.14	26.60 - 39.49
Jakarta Selatan				
PM _{2.5} Tahun 2023	12	34.59	7.21	17.98 - 43.85
PM _{2.5} Tahun 2024	12	33.23	6.98	23.45 - 45.75
PM _{2.5} Tahun 2025	12	31.96	9.33	20.63 - 54.39
Jakarta Timur				
PM _{2.5} Tahun 2023	12	46.93	13.09	37.74 - 70.72
PM _{2.5} Tahun 2024	12	46.57	4.55	40.64 - 57.61

PM _{2.5} Tahun 2025	12	40.86	5.61	30.25 - 49.03
------------------------------	----	-------	------	---------------

Tabel 1. Statistik Deskriptif Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM_{2.5}

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ di empat wilayah administrasi DKI Jakarta selama periode 2023-2025 mengalami variasi baik antar wilayah maupun antar tahun. Jakarta Timur secara konsisten memiliki rata-rata konsentrasi PM_{2.5} tertinggi (40.86-46.93 µg/m³), sedangkan Jakarta Selatan menunjukkan rata-rata terendah (31.96-34.59 µg/m³).

2. Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM₁₀

Variabel	n	Mean	SD	Min - Max
Jakarta Pusat				
PM ₁₀ Tahun 2023	12	59.02	13.41	35.39 - 76.02
PM ₁₀ Tahun 2024	12	55.29	13.9	34.20 - 70.99
PM ₁₀ Tahun 2025	12	48.16	12.04	30.29 - 65.12
Jakarta Utara				
PM ₁₀ Tahun 2023	12	68.93	19.34	34.51 - 89.52
PM ₁₀ Tahun 2024	12	63.33	16.92	36.78 - 84.09
PM ₁₀ Tahun 2025	12	51.46	20.64	28.00 - 82.97
Jakarta Selatan				
PM ₁₀ Tahun 2023	12	63.69	16.54	30.79 - 86.23
PM ₁₀ Tahun 2024	12	54.44	10.38	35.33 - 73.91
PM ₁₀ Tahun 2025	12	44.63	10.25	29.01 - 65.01
Jakarta Timur				
PM ₁₀ Tahun 2023	12	80.87	25.22	55.67 - 115.09
PM ₁₀ Tahun 2024	12	77.16	21.29	46.11 - 104.59
PM ₁₀ Tahun 2025	12	66.85	13.12	48.71 - 89.94

Tabel 2. Statistik Deskriptif Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM₁₀

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, konsentrasi PM₁₀ di empat wilayah administrasi DKI Jakarta selama periode 2023-2025 menunjukkan adanya variasi antar wilayah maupun antar tahun. Jakarta Timur secara konsisten memiliki rata-rata konsentrasi PM₁₀ tertinggi (66,85-80,87 µg/m³).

3. Kejadian ISPA Balita

Variabel	n	Mean	SD	Min - Max
Jakarta Pusat				
ISPA Balita Tahun 2023	12	4831	1126.27	3022 - 6736
ISPA Balita Tahun 2024	12	4800	993.15	3402 - 7357
ISPA Balita Tahun 2025	12	5569	1168.38	3861 - 7809
Jakarta Utara				
ISPA Balita Tahun 2023	12	8549	1327.76	6266 - 10381
ISPA Balita Tahun 2024	12	8651	1640.08	6776 - 12003
ISPA Balita Tahun 2025	12	8830	1925.20	5833 - 11428
Jakarta Selatan				
ISPA Balita Tahun 2023	12	7554	1577.46	5626 - 10182
ISPA Balita Tahun 2024	12	9641	1629.32	7863 - 12687
ISPA Balita Tahun 2025	12	8711	1989.74	5591 - 12642
Jakarta Timur				
ISPA Balita Tahun 2023	12	11619	1928.80	9272 - 15096
ISPA Balita Tahun 2024	12	12306	1665.40	9981 - 15070
ISPA Balita Tahun 2025	12	13262	1621.91	9393 - 15158

Tabel 3. Statistik Deskriptif Kejadian ISPA Balita

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, terlihat adanya variasi jumlah kasus ISPA Balita antar wilayah maupun antarperiode pengamatan. Selama periode 2023-2025 wilayah Jakarta Timur secara konsisten memiliki rata-rata jumlah kasus ISPA balita tertinggi dibandingkan wilayah lainnya, yaitu sebesar 11.619 kasus pada tahun 2023, meningkat menjadi 12.306 kasus pada tahun 2024, dan mencapai 13.262 kasus pada tahun 2025. Sebaliknya, Jakarta Pusat memiliki rata-rata jumlah kasus terendah, yaitu masing-masing sebesar 4.831 kasus pada tahun 2023, 4.800 kasus pada tahun 2024, dan 5.569 kasus pada tahun 2025.

4. Kejadian ISPA Non Balita

Variabel	n	Mean	SD	Min - Max
Jakarta Pusat				
ISPA Non Balita Tahun 2023	12	16936	4301.57	12539 - 26516
ISPA Non Balita Tahun 2024	12	21096	4420.45	14301 - 31020
ISPA Non Balita Tahun 2025	12	22147	5353.65	15470 - 35580
Jakarta Utara				

ISPA Non Balita Tahun 2023	12	23278	5768.42	16880 - 34563
ISPA Non Balita Tahun 2024	12	27129	8747.42	14949 - 50903
ISPA Non Balita Tahun 2025	12	29174	6068.69	22179 - 37163
Jakarta Selatan				
ISPA Non Balita Tahun 2023	12	26284	6216.02	19691 - 36508
ISPA Non Balita Tahun 2024	12	33637	8586.17	23655 - 53863
ISPA Non Balita Tahun 2025	12	37197	7049.41	28137 - 49808
Jakarta Timur				
ISPA Non Balita Tahun 2023	12	38130	9949.38	29884 - 57241
ISPA Non Balita Tahun 2024	12	49008	11779.42	32607 - 71395
ISPA Non Balita Tahun 2025	12	53995	11561.79	37343 - 70112

Tabel 4. Statistik Deskriptif Kejadian ISPA Non Balita

Hasil analisis univariat menunjukkan bahwa kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada kelompok non balita (>5 tahun) di wilayah DKI Jakarta selama periode 2023-2025 mengalami variasi baik berdasarkan wilayah maupun periode pengamatan. Berdasarkan statistik deskriptif, rata-rata jumlah kasus ISPA mengalami peningkatan di seluruh wilayah penelitian dari tahun ke tahun. Wilayah Jakarta Timur memiliki rata-rata kejadian ISPA tertinggi selama periode penelitian, yaitu sebesar 38.130 kasus pada tahun 2023, meningkat menjadi 49.008 kasus pada tahun 2024, dan kembali meningkat menjadi 53.995 kasus pada tahun 2025. Sebaliknya, Jakarta Pusat memiliki rata-rata jumlah kasus terendah dibandingkan wilayah lainnya, yaitu sebesar 16.936 kasus pada tahun 2023, 21.096 kasus pada tahun 2024, dan 22.147 kasus pada tahun 2025.

5. Hubungan PM_{2.5} dan PM₁₀ dengan Kejadian ISPA Balita

Variabel Independen	Variabel Dependen	r	p value
Jakarta Pusat			
PM _{2.5}	ISPA Balita	0.094	0.584
	ISPA Non Balita	0.186	0.279
PM ₁₀	ISPA Balita	-0.121	0.481
	ISPA Non Balita	-0.005	0.976
Jakarta Utara			
PM _{2.5}	ISPA Balita	0.541	0.001
	ISPA Non Balita	0.684	0.000
PM ₁₀	ISPA Balita	-0.061	0.737

	ISPA Non Balita	0.011	0.950
Jakarta Selatan			
PM _{2.5}	ISPA Balita	-0.243	0.154
	ISPA Non Balita	-0.013	0.940
PM ₁₀	ISPA Balita	-0.250	0.142
	ISPA Non Balita	-0.255	0.134
Jakarta Timur			
PM _{2.5}	ISPA Balita	0.471	0.004
	ISPA Non Balita	0.307	0.068
PM ₁₀	ISPA Balita	0.036	0.847
	ISPA Non Balita	0.080	0.662

Tabel 5. Uji Korelasi Hubungan PM_{2.5} dan PM₁₀ dengan Kejadian ISPA

Berdasarkan hasil uji korelasi, hubungan yang signifikan hanya ditemukan pada konsentrasi PM_{2.5}, sedangkan PM₁₀ tidak menunjukkan hubungan yang bermakna dengan kejadian ISPA pada seluruh wilayah penelitian. Hubungan signifikan PM_{2.5} ditemukan di Jakarta Utara, baik terhadap kejadian ISPA balita ($r = 0,541$; $p = 0,001$) maupun non balita ($r = 0,684$; $p < 0,001$), serta di Jakarta Timur terhadap kejadian ISPA balita ($r = 0,471$; $p = 0,004$). Sementara itu, di Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{2.5} maupun PM₁₀ dengan kejadian ISPA ($p > 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi partikulat udara ambien dan kejadian ISPA bersifat bervariasi antar wilayah, dengan PM_{2.5} memiliki hubungan yang lebih konsisten dibandingkan PM₁₀.

PEMBAHASAN

1. Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM_{2.5}

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} di empat wilayah administrasi DKI Jakarta selama periode 2023-2025 mengalami variasi baik antar wilayah maupun antar tahun. Jika dibandingkan dengan baku mutu tahunan PM_{2.5} yang ditetapkan dalam peraturan pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, yaitu sebesar $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rata-rata konsentrasi pada seluruh wilayah penelitian telah melebihi nilai yang dipersyaratkan. (15) Selama periode penelitian, konsentrasi rata-rata PM_{2.5} tercatat berada pada kisaran $31,96\text{--}46,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Temuan ini mengindikasikan bahwa kualitas udara di DKI Jakarta selama periode penelitian masih belum memenuhi baku mutu udara ambien nasional sehingga berpotensi meningkatkan risiko paparan partikulat halus bagi masyarakat.

Tingginya konsentrasi PM_{2.5} di Jakarta Timur diduga berkaitan dengan karakteristik wilayah yang didominasi aktivitas transportasi, kawasan industri, dan tingginya mobilitas kendaraan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Joshi et al. (2025) yang menyatakan bahwa kepadatan lalu lintas, aktivitas industri, dan perkembangan Kawasan perkotaan merupakan faktor yang berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi PM_{2.5}. Penelitian Eliyanti & Halimatussadiyah (2025) juga menyatakan bahwa konsentrasi PM_{2.5} cenderung meningkat pada wilayah perkotaan dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi. Konsentrasi PM_{2.5} yang melebihi baku mutu perlu menjadi perhatian karena partikulat berukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ dapat mencapai alveoli paru dan lebih sulit disaring oleh mekanisme pertahanan alami saluran pernapasan dibandingkan partikel berukuran lebih besar. Paparan PM_{2.5} yang terjadi secara terus-menerus berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, terutama pada sistem pernapasan dan kardiovaskular.

2. Konsentrasi Partikulat Udara Ambien PM₁₀

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ di empat wilayah administrasi DKI Jakarta selama periode 2023-2025 mengalami variasi baik antar wilayah maupun antar tahun. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu tahunan PM₁₀ ditetapkan sebesar 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (15) Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi PM₁₀ di seluruh wilayah penelitian berada di atas atau mendekati baku mutu tersebut, yaitu berkisar antara 44,63-80,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tingginya konsentrasi PM₁₀ di Jakarta Timur diduga dipengaruhi oleh karakteristik wilayah yang didominasi oleh emisi gas buang kendaraan bermotor, aktivitas sektor industri, pembakaran terbuka, dan pergerakan angin. (18) Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sohrab et al (2023) yang menyatakan bahwa tingginya kepadatan lalu lintas, aktivitas sektor industri, dan kawasan terbangun memiliki korelasi yang positif terhadap meningkatnya konsentrasi PM₁₀. Konsentrasi PM₁₀ yang melebihi baku mutu perlu menjadi perhatian karena partikel berukuran $\leq 10 \mu\text{m}$ dapat terhirup dan masuk ke saluran pernapasan bagian atas maupun sebagian mencapai saluran pernapasan bagian bawah. Paparan PM₁₀ secara terus-menerus dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan, terutama iritasi saluran pernapasan, penurunan fungsi paru, serta memperburuk penyakit pernapasan dan kardiovaskular. (20)

3. Kejadian ISPA Balita

Variasi jumlah kasus ISPA Balita antar wilayah menunjukkan bahwa beban kejadian ISPA balita tidak merata pada setiap wilayah dan dapat dipengaruhi oleh variasi karakteristik wilayah. Jakarta Timur merupakan wilayah dengan luas area dan jumlah penduduk terbesar di DKI Jakarta sehingga memiliki aktivitas transportasi, permukiman, dan kegiatan ekonomi yang

lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan paparan terhadap berbagai faktor risiko ISPA, termasuk emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, serta sumber pencemar udara lainnya. Sebaliknya, Jakarta Pusat memiliki wilayah administratif yang lebih kecil sehingga jumlah kasus yang tercatat relatif lebih rendah. (21) Meskipun demikian, tingginya jumlah kasus tidak dapat secara langsung diinterpretasikan sebagai tingginya risiko kejadian ISPA tanpa mempertimbangkan faktor lain yang mempengaruhi kejadian penyakit.

4. Kejadian ISPA Non Balita

Kejadian ISPA pada kelompok non balita mengalami variasi menurut wilayah dan waktu pengamatan. Tingginya jumlah kasus di Jakarta Timur dapat dikaitkan dengan karakteristik wilayah yang memiliki jumlah penduduk terbesar di DKI Jakarta serta berkembang sebagai kawasan permukiman, industri, dan jalur transportasi utama. Aktivitas perkotaan yang tinggi berpotensi meningkatkan emisi pencemar udara, terutama partikulat yang berasal dari kendaraan bermotor, aktivitas industri, serta debu jalanan. (22) Paparan pencemar udara tersebut dapat meningkatkan kerentanan saluran pernapasan terhadap infeksi, sehingga berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian ISPA pada masyarakat. Sebaliknya, Jakarta Pusat yang memiliki luas wilayah dan jumlah penduduk relatif lebih kecil menunjukkan rata-rata kasus yang lebih rendah dibandingkan wilayah administrasi lainnya, meskipun tetap mengalami peningkatan selama periode penelitian. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kejadian ISPA dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersifat dinamis, seperti karakteristik wilayah, perubahan kondisi lingkungan, variasi kualitas udara ambien, faktor meteorologi, serta perubahan aktivitas masyarakat yang berlangsung sepanjang tahun

5. Hubungan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dengan Kejadian ISPA Balita dan Non Balita

Hasil analisis bivariat memperlihatkan adanya variasi hubungan antara konsentrasi partikulat udara ambien dan kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada masing-masing wilayah administrasi di DKI Jakarta. Variasi tersebut menunjukkan bahwa pengaruh paparan partikulat terhadap kejadian ISPA dapat berbeda antar wilayah. Hubungan yang signifikan ditemukan pada wilayah Jakarta Utara, baik terhadap kejadian ISPA pada balita ($r = 0,541$; $p = 0,001$) maupun non balita ($r = 0,684$; $p < 0,001$). Nilai koefisien korelasi positif tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi $PM_{2.5}$, maka kejadian ISPA juga cenderung meningkat. Berdasarkan interpretasi kekuatan korelasi, hubungan pada kelompok balita tergolong sedang, sedangkan pada kelompok non balita tergolong kuat. Selain itu, hubungan yang signifikan juga ditemukan di Jakarta Timur pada kelompok balita ($r = 0,471$; $p = 0,004$), dengan kekuatan hubungan sedang dan arah hubungan positif. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan L. Liu et al (2022) yang

dilakukan di sebuah kota metropolitan di Tiongkok bagian Tengah. Penelitian tersebut melaporkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara peningkatan konsentrasi PM_{2.5} dan meningkatnya risiko penyakit pernapasan pada anak. Kondisi tersebut diduga terjadi karena paparan partikel halus mampu mengganggu fungsi pertahanan saluran pernapasan dan menimbulkan kerusakan pada jaringan respirasi, sehingga anak menjadi lebih rentan mengalami berbagai penyakit pernapasan.

Signifikannya hubungan PM_{2.5} di Jakarta Utara diduga berkaitan dengan karakteristik wilayah tersebut yang didominasi oleh aktivitas industri, kawasan pelabuhan, pergudangan, serta lalu lintas kendaraan bermotor yang padat. Berbagai aktivitas tersebut merupakan sumber utama emisi partikulat halus ke atmosfer. Selain itu, adanya aktivitas logistic dan mobilitas kendaraan berat berpotensi meningkatkan konsentrasi PM_{2.5} sehingga masyarakat di wilayah tersebut memiliki risiko paparan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Temuan tersebut sejalan dengan hasil Sinaga et al (2025) yang menyatakan bahwa aktivitas transportasi memiliki dampak yang besar terhadap kualitas udara.

Hubungan signifikan yang ditemukan di Jakarta Timur pada kelompok balita juga menunjukkan bahwa kelompok usia ini memiliki kerentanan yang lebih tinggi terhadap dampak paparan pencemaran udara. Kerentanan tersebut berkaitan dengan sistem pernapasan dan sistem imun balita yang belum berkembang secara sempurna, sehingga mekanisme pertahanan tubuh dalam menyaring maupun mengeluarkan partikel pencemar belum bekerja secara optimal. Di samping itu, laju pernapasan balita yang lebih cepat dibandingkan orang dewasa menyebabkan jumlah polutan yang terhirup relatif lebih besar jika dibandingkan dengan berat badannya. (25) Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya gangguan pada sistem pernapasan akibat paparan PM_{2.5}. Hasil penelitian ini sejalan dengan Fatimah et al (2026), yang menyatakan bahwa anak-anak, lansia, dan individu yang banyak beraktivitas di luar ruangan merupakan kelompok yang paling rentan terhadap dampak polusi udara.

Sementara itu, pada Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan tidak ditemukan hubungan yang bermakna antara konsentrasi PM_{2.5} maupun PM₁₀ dengan kejadian ISPA ($p > 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi partikulat pada kedua wilayah belum menunjukkan keterkaitan yang signifikan secara statistik dengan jumlah kasus ISPA selama periode penelitian. Namun demikian, tidak ditemukannya hubungan yang signifikan bukan berarti pencemaran udara tidak berkontribusi terhadap kejadian ISPA. Terjadinya ISPA merupakan hasil interaksi berbagai faktor risiko. Meskipun kualitas udara merupakan salah satu faktor yang berperan, faktor lain seperti usia, status imunisasi, Riwayat pemberian ASI non eksklusif, status gizi, paparan asap rokok, kondisi ventilasi dan pencahayaan rumah, kepadatan hunian, serta

pengetahuan orang tua juga dapat memengaruhi risiko seseorang mengalami ISPA. (27)

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{10} tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA pada seluruh wilayah penelitian. Temuan ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi PM_{10} selama periode penelitian belum cukup besar untuk memengaruhi perubahan jumlah kasus ISPA atau terdapat faktor lain yang lebih berperan. Selain itu, ukuran partikel PM_{10} yang relatif lebih besar menyebabkan sebagian besar partikel tertahan pada saluran napas bagian atas sehingga efek kesehatannya terhadap ISPA tidak sekuat $PM_{2.5}$. (28)

KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi partikulat udara ambien $PM_{2.5}$ dan PM_{10} di wilayah DKI Jakarta selama periode 2023-2025 menunjukkan variasi antar wilayah, dengan konsentrasi tertinggi secara konsisten ditemukan di Jakarta Timur. Pada periode yang sama, kejadian ISPA pada kelompok balita maupun non-balita juga menunjukkan variasi antar wilayah dengan jumlah kasus tertinggi di Jakarta Timur. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ memiliki hubungan positif yang signifikan dengan kejadian ISPA di beberapa wilayah, yaitu pada kelompok balita di Jakarta Utara dan Jakarta Timur serta pada kelompok non-balita di Jakarta Utara. Sementara itu, konsentrasi PM_{10} tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di seluruh wilayah penelitian.

Berdasarkan temuan tersebut, diperlukan upaya pengendalian pencemaran udara yang lebih terfokus pada penurunan emisi $PM_{2.5}$ melalui penguatan pengawasan emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, serta peningkatan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan, khususnya pada daerah dengan konsentrasi partikulat tinggi. Selain itu, penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan faktor lain yang berpotensi memengaruhi kejadian ISPA agar hubungan antara paparan partikulat dan kejadian ISPA dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zhang S, Wahi-Singh P, Wahi-Singh B, Chisholm A, Keeling P, Nair H. Costs of Management of Acute Respiratory Infections in Older Adults: a Systematic Review and Meta-analysis. *J Glob Health*. 2022;12:1-10.
2. Kemenkes RI. Survei Kesehatan Indonesia 2023. 2023;1-68.
3. HEI, IHME. Health Effects Institute. 2024. State of Global Air 2024. Special Report [Internet]. 2024. p. 1-35. Available from: <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/documents/2024->

06/soga-2024-report_0.pdf

4. WHO. WHO global air quality guidelines. Part matter (PM_{2.5} PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide carbon monoxide. 2021;1-360.
5. Liu J, Chen X, Dou M, He H, Ju M, Ji S, et al. Particulate Matter Disrupts Airway Epithelial Barrier via Oxidative Stress to Promote *Pseudomonas Aeruginosa* Infection. *J Thorac Dis.* 2019;11(6):2617-27.
6. Pang X, Huang P, Huang S, Liu X. The Gut-Lung Axis: a New Perspective on The Impact of Atmospheric Particulate Matter Exposure on Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Front Immunol.* 2025;16(November):1-17.
7. Kayalar Ö, Rajabi H, Konyalilar N, Mortazavi D, Aksoy GT, Wang J, et al. Impact of Particulate Air Pollution on Airway Injury and Epithelial Plasticity; Underlying Mechanisms. *Front Immunol.* 2024;15(March):1-15.
8. Ma J, Chiu YF, Kao CC, Chuang CN, Chen CY, Lai CH, et al. Fine Particulate Matter Manipulates Immune Response to Exacerbate Microbial Pathogenesis in The Respiratory Tract. *Eur Respir Rev* [Internet]. 2024;33(173). Available from: <http://dx.doi.org/10.1183/16000617.0259-2023>
9. Wahidjah Azzizul Asri, Siti Fatimah, Iva Nur Hapsari, Yovano Primandika Rifansaputra, Liss Dyah Dewi A. Identifikasi Mikroorganisme di Lingkungan Pada Udara Dalam Laboratorium Mikrobiologi. *Intellektika J Ilmiah Mahasiswa.* 2024;2(4):42-7.
10. Haryanto B, Jalaludin B, Asyary A, Roestandy N, Nugraha F. Associations Between Ambient PM_{2.5} Levels and Children's Pneumonia and Asthma During the COVID-19 Pandemic in Greater Jakarta (Jabodetabek). *Ann Glob Heal.* 2025;91(1):1-8.
11. Septiani F, Al Amini A, Arif J, Damanik D, Pasaribu GR, Al Azmi F. Dampak Polusi Lingkungan terhadap Kesehatan Masyarakat di Kawasan Perkotaan Indonesia. *Cendekia J Ilm Multidisiplin.* 2025;2(1):14-22.
12. Kahfi M, Rahmah N, Suryadi I. Paparan Particulate Matter (PM₁₀) Terhadap Keluhan Subjektif Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Pekerja Kapal Phinisi Di Kabupaten Bulukumba. *Sulolipu Media Komun Sivitas Akad dan Masy.* 2025;25(1):55-65.
13. Jerri Agustan, Lukitowati hariani P, Novrikasari. Hubungan PM_{2.5} Dan PM₁₀ Dalam Udara Ambien Terhadap Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (Studi Kasus Desa Tanjung Jambu Kecamatan Merapi Timur Kabupaten Lahat). *J Pengendali Pencemaran Lingkung.* 2024;6(2):1-8.
14. Siti Halimah Tusaddiah, Amin R, Aliman R, Nasirudin, Fandeli C. Hubungan Kondisi Curah Hujan dan Kualitas Udara Ambien terhadap Kejadian Penyakit ISPA di Sorowako Provinsi Sulawesi Selatan. *Environ Insight J.* 2025;1(2):105-19.
15. Presiden Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekr Negara Republik Indones* [Internet]. 2021;1(078487A):1-483. Available from: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
16. Joshi DC, Negi P, Devi S, Lohani H, Kumar R, Gupta M, et al. Fine particulate matter (PM_{2.5}, PM₁₀): A silent catalyst for chronic lung diseases in India; a comprehensive review. *Environ Challenges*

- [Internet]. 2025;20(June):101215. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101215>
17. Eliyanti EL, Halimatussadiyah E. Hubungan Paparan Polusi Udara PM2.5 dengan Risiko Gangguan Kesehatan Masyarakat di Wilayah Perkotaan. 2025;14:254-62.
 18. DLH DKI Jakarta. Kajian Pemantauan Kualitas Udara di Provinsi DKI Jakarta. 2023;
 19. Sohrab S, Csikos N, Szilassi P. Effects of Land Use Patterns on PM10 Concentrations in Urban and Suburban Areas. A European Scale Analysis. 2023;14(September).
 20. Guo J, Chai G, Song X, Hui X, Li Z, Feng X, et al. Long Term Exposure to Particulate Matter on Cardiovascular and Respiratory Diseases in Low and Middle Income Countries: A Systematic Review and Meta-analysis. Front Public Heal. 2023;
 21. DISKOMINFOTIK DKI Jakarta. Tentang Jakarta [Internet]. 2024. Available from: <https://www.jakarta.go.id/tentang-jakarta>
 22. Efendi J, Sulaimansyah, Hamdani S. Analisis Pengaruh Aktivitas Lalu Lintas Kendaraan Bermotor terhadap Kualitas Udara Ambien di Kabupaten Sumbawa Barat. 2026;11(April).
 23. Liu L, Wang B, Qian N, Wei H, Yang G, Wan L, et al. Association Between Ambient PM2.5 and Outpatient Visits of Children's Respiratory Diseases in a Megacity in Central China. 2022;
 24. Sinaga N, Meliyanti F, Afriani B. Identifikasi Kualitas Udara di Jalan Jendral Ahmad Yani Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim. 2025;08(02):17-23.
 25. Munggaran GA, Kusnoputranto H, Ariyanto J. Korelasi Polusi Udara dengan Insiden Pneumonia Balita di DKI Jakarta pada Tahun 2017-2020. 2024;7(1):123-35.
 26. Fatimah FA, Srisantyorin T, Jaksa S. Paparan Polusi Udara di Permukiman Padat Perkotaan di Indonesia dan Hubungannya dengan ISPA pada Kelompok Rentan : Scoping Review. 2026;3(6):824-32.
 27. Virdaus RS. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kejadian ISPA pada Balita : Suatu Kajian Kepustakaan. 2025;1(5):14-24.
 28. Wallbanks S, Griffiths B, Thomas M, Price OJ, Sylvester KP. Impact of Environmental Air Pollution on Respiratory Health and Function. 2024;(May):1-13.