

# HUBUNGAN POLUSI UDARA PM 2,5 TERHADAP JUMLAH PASIEN DENGAN PNEUMONIA BEKASI TAHUN 2019- 2023

<sup>1</sup>Siti Zulaiha, <sup>2</sup>Ernyasih, <sup>3</sup>Munaya Fauziah, <sup>4</sup>Fini Fajrini

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

Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cirendeui, Ciputat, Tangerang, Banten, 15419

E-mail Korespondensi: [sitizuleha1152@gmail.com](mailto:sitizuleha1152@gmail.com)

## Abstrak

Pneumonia merupakan penyebab kematian kedelapan secara umum dan menjadi penyebab kematian menular utama, dengan tingkat kematian mencapai 23% untuk pasien yang dirawat di unit perawatan intensif karena pneumonia berat. Polusi udara berpotensi meningkatkan keluhan pernapasan pneumonia, kunjungan ke unit gawat darurat, rawat inap, dan risiko kematian. Penelitian ini bertujuan mengamati hubungan antara polusi udara PM 2,5 dan pasien rawat inap pneumonia di rumah sakit di Kota Bekasi pada tahun 2019-2023. Penelitian ini menggunakan desain studi ekologi dengan pengumpulan data sekunder, khususnya rekam medis pasien pneumonia rawat inap dari 42 rumah sakit yang terdaftar di bawah pengawasan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Metode pengambilan sampel menggunakan sampel total. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara polusi udara PM 2,5 dan jumlah pasien pneumonia yang dirawat pada tahun 2019 dengan nilai p-value 0,05 dan  $r = -0,576$  serta tahun 2019-2023 dengan p-value 0,005 dan  $r = -0,613$ , menunjukkan korelasi negatif antara tingkat PM 2,5 dan penerimaan pasien pneumonia. Pada tahun 2021, 2022, dan 2023, tidak terdapat korelasi yang signifikan. Terdapat hubungan antara tingkat PM 2,5 terhadap jumlah pasien rawat inap pneumonia, sehingga disarankan memasukkan variabel COVID-19 untuk memahami pengaruhnya terhadap tingkat rawat inap pasien pneumonia.

**Kata Kunci :** *PM 2,5, Pneumonia, Pasien Rawat Inap, Kota Bekasi*

## Abstract

Pneumonia is the eighth leading cause of death in general and the leading infectious cause of death, with mortality rates reaching 23% for patients admitted to intensive care units for severe pneumonia. Air pollution has the potential to increase pneumonia respiratory complaints, emergency department visits, hospitalizations, and mortality risk. This study aimed to observe the relationship between PM 2.5 air pollution and pneumonia hospitalizations in hospitals in Bekasi City in 2019-2023. This study used an ecological study design with secondary data collection, specifically medical records of hospitalized pneumonia patients from 42 hospitals registered under the supervision of the Ministry of Health of the Republic of Indonesia. The sampling method used a total sample. The results showed a relationship between PM 2.5 air pollution and the number of pneumonia patients admitted in 2019 with a p-value of 0.05 and  $r = -0.576$  and 2019-2023 with a p-value of 0.005 and  $r = -0.613$ , indicating a negative correlation between PM 2.5 levels and pneumonia admissions. In 2021, 2022, and 2023, there was no significant correlation. There is a relationship between the level of PM 2.5 and the number of pneumonia hospitalizations, so it is recommended to include COVID-19 variables to understand its effect on pneumonia patient hospitalization rates

**Keywords :** *PM 2.5, Pneumonia, Patient Hospitalization, Bekasi City*

## PENDAHULUAN

Pneumonia adalah infeksi saluran pernapasan akut yang biasa terjadi pada alveoli dan pohon bronkus distal (1). Mikroorganisme patogen seperti bakteri *Streptococcus spp* dan *Mycoplasma Spp* serta virus anteseden dapat memicu pneumonia (2). Kejadian Pneumonia yang diperoleh dari masyarakat bervariasi antara 1,5 hingga 14 kasus per 1000 orang per tahun di seluruh dunia, serta di Amerika Serikat, insiden pneumonia setiap tahun mencapai 24,8 kasus per 10.000 orang dewasa, dengan tingkat yang meningkat seiring bertambahnya usia. Pneumonia penyebab kematian ke delapan sebagai penyebab kematian secara umum dan menjadi penyebab kematian menular utama, dengan tingkat kematian mencapai 23% untuk pasien yang dirawat di unit perawatan intensif karena pneumonia berat untuk pneumonia berat (3).

Pneumonia berdampak pada keluarga dan anak-anak di berbagai wilayah, dengan Tingkat kematian yang paling tinggi tercatat di Asia Selatan dan Afrika Sub-Sahara. Ini merupakan penyebab kematian menular terbesar pada anak-anak secara global. Pada tahun 2019, pneumonia menyebabkan kematian pada 740.180 anak di bawah usia 5 tahun, menyumbang sekitar 14% dari total kematian anak di bawah usia 5 tahun dan

mencapai 22% dari semua kematian pada anak berusia 1 hingga 5 tahun (4). Menurut data RISKESDAS tahun 2018, prevalensi pneumonia yang didiagnosis mencapai 2 persen, mengalami peningkatan pada tahun berikutnya sebesar 1,8 persen. Jumlah individu yang menderita pneumonia di Indonesia berkisar antara 23-27 persen, dengan tingkat kematian akibat pneumonia sebesar 1,19 (5).

Di Jawa Barat, prevalensi pneumonia pada tahun 2018 mencapai 4,7%, dibandingkan dengan tingkat nasional sebesar 4% menurut Riskesdas (2018). Prevalensi pneumonia mencapai 4,62%, lebih rendah dibandingkan dengan tingkat prevalensi nasional sebesar 4,8%. Pada tahun 2018, jumlah kasus pneumonia Kota Bekasi meningkat dari tahun sebelumnya, yaitu 3.362 orang (6). Data sepuluh penyakit rawat jalan terbanyak di rumah sakit menurut Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Barat, Kota Bekasi menduduki peringkat kedelapan dengan jumlah kasus Pneumonia sebanyak 1.661, dengan cakupan kasus sebesar 4,6%, sedangkan Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Bekasi masing-masing mencapai 11,1% dan 11,7% (7).

Polusi udara merupakan isu lingkungan sosial yang semakin serius, terutama di daerah perkotaan yang memiliki kepadatan penduduk tinggi

seperti Kota Bekasi (8). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat bahwa saat ini 92% populasi dunia menghirup kualitas udara yang buruk yang diperkirakan terdapat 9 juta kematian dini akibat polusi (9). Menurut studi Global Burden of Disease polusi udara salah satu faktor risiko kematian ketiga terbesar di dunia, sekitar 4,14 juta orang meninggal akibat polusi udara pada tahun 2019 (10).

Partikulat halus di udara (PM 2.5) didefinisikan sebagai partikel dengan diameter aerodinamis kurang dari 2,5  $\mu\text{m}$ , sebagai ancaman serius terhadap kesehatan manusia. PM 2.5 menyebabkan hampir 4 juta kematian di seluruh dunia akibat penyakit kardiopulmoner, seperti kelainan jantung, infeksi saluran pernapasan, penyakit paru-paru kronis, kanker, kelahiran premature, dan penyakit lainnya. Dalam beberapa tahun terakhir, kekhawatiran terhadap dampak negatif dari ancaman global ini semakin meningkat (11). Polusi udara juga dikaitkan dengan penyakit kardiovaskular dan serebrovaskular, dengan risiko kesehatan yang terkait dengan Particulate Matter (PM) dengan ukuran kurang dari 10 mikron dan 2,5 mikron (PM10 dan PM 2.5). Partikel PM dapat menembus sistem pernapasan manusia, mencapai alveoli, dan kemudian masuk ke dalam aliran darah,

menyebabkan gangguan kardiovaskular dan serebrovaskular (9).

Secara global, 7,3 miliar individu secara langsung terpapar konsentrasi rata-rata tahunan PM 2.5 yang tidak aman. Dari jumlah tersebut 80% bermukim di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Sebanyak 716 juta orang dengan pendapatan rendah (yang hidup dengan kurang dari \$1,90 per hari) tinggal di daerah tingkat polusi udara yang tidak aman, khususnya di wilayah Afrika (12). Penduduk negara dengan pendapatan rendah dan menengah menanggung dampak terbesar dari polusi udara luar ruangan, dengan 89% dari 4,2 juta kematian dini terjadi di wilayah Asia Tenggara dan Pasifik barat. Estimasi beban terbaru mencerminkan peran penting polusi udara terhadap penyakit kardiovaskular dan kematian (13).

Konsentrasi rata-rata PM 2.5 2022 di Indonesia adalah 89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dimana 6,1 kali lebih besar dibandingkan panduan kualitas udara tahunan WHO. Di Kota Bekasi rata-rata konsentrasi PM 2.5 adalah 8,6 kali lebih besar dibanding nilai panduan kualitas udara tahunan WHO (14). Dari standar kualitas udara rata-rata harian PM 2.5 yang dianjurkan oleh WHO menetapkan kisaran konsentrasi PM 2.5 rata-rata dalam 24 jam antara 0 hingga 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (15).

Polusi udara memiliki potensi untuk memingkatkan keluhan pernapasan pneumonia, peningkatan kunjungan ke unit gawat darurat, peningkatan rawat inap, dan risiko kematian (16). PM 2,5 dapat memperburuk prognosis pasien pneumonia, hal ini dikaitkan dengan peningkatan risiko pernapasan invasive dan/atau dukungan vasopressor dan kematian di rumah sakit (17). Secara global pneumonia mematkan hampir 1 juta anak di bawah usia lima tahun. Terdapat 156 juta kasus pneumonia setiap tahunnya, dengan sebanyak 20 juta kasus cukup parah sehingga membutuhkan perawatan di rumah sakit dan 1,2 juta kematian setiap tahunnya (18). Penelitian yang menunjukkan bahwa ada hubungan antara polusi udara PM 2,5 dengan meningkatkan angka kematian dan kunjungan Unit gawat Darurat, dan rawat inap karena penyakit pernapasan. dari hasil meta- analisis, ditemukan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara tingkat polutan udara PM 2,5 dengan kunjungan ke rumah sakit atau Unit Gawat darurat (UGD), terutama terkait dengan pneumonia (19). Peningkatan sebesar 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pada PM 2,5 terkait dengan peningkatan sebesar 1,0% pada kunjungan ke rumah sakit atau UGD akibat pneumonia (20). Model polutan Tunggal menunjukkan peningkatan rentang

interkuartil pada PM 2,5, PM 10, nitrat, OV, dan EC meningkatkan risiko pneumonia sebesar 18,2% (95% CL, 8,8-28,4%) yang menunjukkan hubungan yang signifikan antara PM 2,5 dengan kunjungan UGD pneumonia (21). Hasil penelitian yang dilakukan di kota Cina, menunjukkan bahwa terdapat hubungan peningkatan PM 2,5 dan PM 10 sebesar 0,31% (interval kepercayaan 95% (CL) 0,15%-0,46%,  $P < 0,001$ ) dan 0,19% (0,11%- 0,30%,  $P < 0,001$ ) dikaitkan dengan peningkatan rumah sakit untuk Pneumonia (22).

Angka kasus pneumonia di Indonesia pada tahun 2021 menurut data dari Laporan Timja TBC dan ISPA/Pneumonia Direktorat P2PM adalah 163,193 kasus (23), sedangkan di Kota Bekasi, jumlah penyakit pneumonia pada tahun 2021 berjumlah 1,192 kasus dan urutan ke-8 dengan jumlah kasus pneumonia di rumah sakit sebanyak 1.661 kasus (24). Beberapa studi penelitian telah menyatakan bahwa ada korelasi antara tingkat polusi udara PM 2,5 dan peningkatan jumlah pasien yang dirawat di rumah sakit karena pneumonia (19,20)(22). Selain peningkatan kasus pneumonia, Indonesia berada di peringkat ke-14 secara global untuk konsentrasi PM 2.5 rata-rata per populasi pada tahun 2023, meningkat 20% dibandingkan tahun 2022.

Pada tahun 2023 terjadi peningkatan signifikan di Indonesia pada tingkat PM 2.5 melebihi pedoman tahunan PM 2.5 WHO lebih dari sepuluh kali lipat. Kota Bekasi menduduki peringkat ke-7 ( $49,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) di antara kota-kota regional ASEAN yang paling tercemar, disusul oleh Jakarta ( $43,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dan Bandung ( $39,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (25). Data prevalensi dan kasus pneumonia di Kota Bekasi menunjukkan bahwa kota ini memiliki beban penyakit yang cukup tinggi, peringkat ke-7 Kota Bekasi dalam daftar kota ASEAN dengan polusi udara terburuk memperkuat kekhawatiran ini.

Namun, data mengenai dampak polusi udara PM 2,5 terhadap kasus pneumonia di rumah sakit, khususnya di Kota Bekasi masing sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar PM 2,5 dengan jumlah pasien rawat inap akibat pneumonia di Kota Bekasi pada tahun 2019 hingga 2023..

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan menggunakan desain penelitian ekologi yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar PM 2,5 dengan jumlah pasien rawat inap akibat pneumonia di Kota Bekasi pada tahun 2019 hingga 2023. Penelitian dilakukan di

Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat, Indonesia, dengan data yang dikumpulkan dari rumah sakit dan pusat kesehatan yang memiliki data lengkap mengenai pasien rawat inap akibat pneumonia dan kadar PM 2,5 selama periode Oktober 2023 hingga April 2024. Populasi penelitian ini adalah seluruh pasien yang dirawat inap akibat pneumonia di Kota Bekasi pada tahun 2019 hingga 2023. Teknik sampling yang digunakan adalah sampel total, dengan pasien yang didiagnosis pneumonia dan dirawat inap di rumah sakit di Kota Bekasi dengan data medis lengkap. Data dikumpulkan melalui data sekunder pasien pneumonia dari rumah sakit dan pusat kesehatan serta data kadar PM 2,5 dari IQAir. Analisis data univariat dilakukan menggunakan teknik statistik deskriptif, meliputi deskripsi data, dan analisis bivariat menggunakan teknik uji koefisien korelasi untuk menguji hubungan antara variabel. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi yang mencakup distribusi pasien pneumonia berdasarkan tahun, usia, dan jenis kelamin, serta grafik hubungan antara kadar PM 2,5 dan jumlah pasien pneumonia yang dirawat inap. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Muahammadiyah Jakarta dengan nomor

kaji etik: No.10.122.B/KEPK-FKMUMJ/V/2024.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa karakteristik pasien menurut jenis kelamin dan umur selama lima tahun penelitian dari Januari 2019 – Desember 2023, sebanyak 1,331 pasien karena pneumonia dirawat di rumah sakit di wilayah Bekasi. Pasien rumah sakit terdiri dari 574 pasien (43,1%) perempuan dan 757 pasien (56,9%) laki-laki. Umur 20- 44 tahun berjumlah 260 pasien (19,5%) umur 45-54 tahun berjumlah 235 pasien (17,7%).

Menurut penelitian, selama 5 tahun (Januari 2019- Desember 2023), persentase pasien perempuan sebanyak (43,1%) dan (56,9%) pasien laki-laki, studi di Thailand menunjukkan bahwa Sebagian besar pasien perempuan sebanyak (46,3%) dan laki- laki (51,5%) (19). Laki-laki berisiko lebih tinggi untuk dirawat inap karena pneumonia dibandingkan perempuan, dan tingkat kematian lebih tinggi pada laki-laki, meskipun insidensi pneumonia pada laki-laki lebih tinggi, tingkat pemulihan pada Perempuan lebih baik, disebabkan karena mungkin adanya faktor biologis dan variasi dalam akses perawatan. Laki-laki memiliki risiko 1,5 lebih besar terkena pneumonia ini, disebabkan oleh diameter saluran napas

yang lebih kecil pada laki-laki dibanding Perempuan, serta perbedaan daya tahan tubuh yang disebabkan oleh kromosom jenis kelamin (26).

Selama 5 tahun (Januari 2019- Desember 2023) jumlah pasien pneumonia yang dirawat di rumah sakit di Kota Bekasi terdapat 1.331 pasien, sedangkan penelitian Fagerli (27) secara keseluruhan, 4290 jumlah pasien pneumonia yang dirawat di Mongolia. Alasan potensial untuk variasi jumlah pasien rawat inap pneumonia di berbagai rumah sakit termasuk perbedaan negara, kriteria inklusi-eksklusi (28) dan populasi demografi (29). Jumlah pasien pneumonia yang membutuhkan rawat inap dapat dipengaruhi bahwa Kota Bekasi adalah kota yang cukup besar dengan populasi yang cukup besar pula, dan setiap rumah sakit memiliki standar tersendiri untuk menerima pasien pneumonia yang menyebabkan perbedaan jumlah pasien pneumonia seperti, rumah sakit yang hanya menerima pasien dengan pneumonia berat, sementara rumah sakit lain mungkin menerima pasien dengan gejala pneumonia. Jumlah pasien yang dirawat di rumah sakit ini dipengaruhi oleh kriteria inklusi-eksklusi ini. Mongolia lebih kecil dan lebih luas dari Kota Bekasi. perbedaan ini dapat berdampak pada frekuensi

pneumonia, populasi yang lebih besar biasanya memiliki lebih banyak kasus.

Pasien yang berusia 20-44 tahun (19,5%) dan 45 – 54 tahun (17,7%) memiliki tingkat rawat inap pneumonia yang paling tinggi dari hasil penelitian ini. Studi Burden of Pneumonia-Associated menunjukkan bahwa rata-rata tingkat rawat inap tahunan yang disesuaikan dengan usia pneumonia menurun untuk semua kelompok usia, kecuali kelompok usia 20-44 tahun dan kelompok usis 45- 46 tahun.hayes Penelitian yang dilakukan oleh Fagerli (27) insiden pneumonia pada orang berusia 18 tahun ke atas yang dirawat di rumah sakit meningkat dari 13,49% menjadi 17,65 % per 10.000 penduduk.

Tabel 1. Karakteristik Pasien Menurut Jenis Kelamin dan Umur

	n	(%)	Mean	SD	Min	Max
<b>Jk</b>						
Perempuan	574	43,1	1,43	0,49	1	2
Laki-laki	757	56,9				
<b>Umur</b>						
1 - 4 tahun	188	14,1	5,58	2,48	1	9
5 - 9 tahun	61	4,6				
10-14 tahun	21	1,6				
15-19 tahun	25	1,9				
20-44 tahun	260	19,5				
45-54 tahun	235	17,7				
55-64 tahun	226	17,0				
65-74 tahun	173	13,0				
> 75tahun	142	10,7				

Konsentrasi rata-rata (standar deviasi) PM 2,5 mencapai puncaknya pada tahun 2022 yaitu  $12,4 \pm$  dengan nilai rata-rata  $102,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sedangkan untuk konsentrasi rata-rata (standar deviasi) PM

2,5 terendah terjadi pada tahun 2019 yaitu dengan  $7,9 \pm 64,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan konsentrasi terendah tercatat pada  $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan tertinggi pada  $70,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nilai konsentrasi PM 2,5 terendah tercatat pada  $7,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tahun 2021 dan tertinggi pada  $123,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pada tahun 2022. Tabel 1 menunjukkan hubungan antara tingkat polusi PM 2,5 dan jumlah pasien rawat inap pneumonia di rumah sakit di Kota Bekasi selama tahun 2019- 2023.

Konsentrasi rata-rata (standar deviasi) PM 2,5 di Kota Bekasi pada tahun 2019 yaitu  $64,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yang menggambarkan tingkat polusi udara yang relatif tinggi. Tingkat polusi udara pada tahun 2020 turun drastic menjadi  $44,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Sebagian besar karena penurunan aktivitas industri dan transportasi akibat pandemi COVID-19. Pada tahun 2021, Tingkat polusi udara Kembali turun menjadi  $28,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , yang menunjukkan peningkatan kualitas udara yang berkelanjutan, namun pada tahun 2022 terjadi kenaikan yang signifikan menjadi  $102,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yang menunjukkan bahwa aktivitas industri atau kondisi meteorol telah meningkat.kualitas udara pada tahun 2023 naik lagi menjadi  $50,1 58,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , menunjukkan peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya, tetapi masih lebih tinggi dari tahun 2021 dan 2020. Selama periode 2019-2023, nilai PM 2,5 rata-rata

adalah 58,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , yang jauh melebihi batas aman WHO sebesar 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kualitas udara di Kota Bekasi mencapai rata-rata tahunan sebesar 49,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , jauh lebih tinggi dari rata-rata tahunan kota-kota di Asia Tenggara lainnya, seperti Wiang Phang Kham, Thailand (43,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Jakarta (43,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Hanoi, Vietnam (43,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Pong Yang Khok, Thailand (40,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Nai Wiang, Thailand (40,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dan rata-rata Bandung (39,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), serta kota di Indonesia lainnya seperti, Pekanbaru, Pontianak, Sawahlunto, Surabaya, dan Tangerang Selatan (25,30). Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan tingkat rata-rata PM 2,5 antara Kota Bekasi dan kota-kota di Asia Tenggara. Faktor-faktor ini termasuk kebijakan dan peraturan pemerintah yang kurangnya kebijakan udara bersih yang konsisten di seluruh wilayah dapat menyebabkan polusi udara menjadi lebih buruk, kegiatan industri juga memiliki peran yang signifikan dalam konsentrasi PM 2,5 yang cukup tinggi sebagai penyebab utama polusi udara di Indonesia, Vietnam, Thailand, dan Kamboja (31).

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Konsentrasi PM 2,5 periode 2019-2023

Variabel	SD	Mean	Min	Max
Konsentrasi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )/ (tahun)				
- PM 2,5 / 2019	7,9	64,0	52,1	81,2
- PM 2,5 / 2020	16,5	44,6	7,80	68,7
- PM 2,5 / 2021	13,8	28,9	15,2	70,8
- PM 2,5 / 2022	12,4	102,6	83,7	123,3
- PM 2,5 / 2023	17,6	50,1	22,9	76,9

Dari hasil ini, terlihat bahwa pada tahun 2019 dan 2020 ada indikasi hubungan negative yang cukup kuat antara polusi dan jumlah pasien dengan p-value 0,050 dan 0,053 serta hubungan yang negative. Pada tahun 2021, 2022, dan 2023, hubungan statistik tidak signifikan dengan p-value lebih besar dari 0,05. Pada tahun 2019 sampai 2023, terdapat hubungan yang signifikan antara PM 2,5 dan jumlah pasien dengan p-value 0,009 yang lebih kecil dari 0,05, dengan koefisien korelasi -0,333 menunjukkan hubungan negatif yang lemah hingga sedang, yang artinya secara keseluruhan ketika polusi meningkat, jumlah pasien cenderung menurun.

Analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat hubungan statistik negatif yang signifikan antara tingkat polusi dan jumlah pasien dengan p-value lebih kecil dari 0,05 pada tahun 2019 dan tahun 2019-2023 dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) -0,576 dan -0,163, yang artinya semakin tinggi tingkat polusi udara PM 2,5,

semakin banyak jumlah pasien rawat inap rumah sakit dengan kejadian pneumonia. Namun, tidak ditemukan korelasi yang signifikan pada tahun 2021, 2022, dan 2023 meskipun tingkat korelasinya yang berbeda-beda, karena nilai p lebih besar dari 0,05.

Mengingat bahwa penelitian pada tahun 2019 terdapat hubungan signifikan yang mirip dengan fase awal pandemi COVID-19, ada kemungkinan bahwa beberapa kasus pneumonia telah salah diklasifikasikan sebagai COVID-19 karena gejalanya yang mirip seperti demam, batuk dan sesak napas.<sup>28</sup> Polusi udara dapat mengganggu sistem pernapasan, termasuk pneumonia yang disebabkan oleh COVID-19, sehingga hubungan yang diamati antara tingkat polusi dan jumlah pasien bisa pula menunjukkan dampak pandemi COVID-19.

Pada tahun 2019-2023 p-value sebesar 0,009 lebih kecil dari 0,05 yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan statistik yang signifikan antara PM 2,5 dan jumlah pasien secara keseluruhan. Ini berarti ada bukti bahwa PM 2,5 berhubungan dengan jumlah pasien, dengan nilai koefisien korelasi -0,333, menunjukkan hubungan negatif yang lemah ke sedang, artinya secara keseluruhan ketika PM 2,5 meningkat, jumlah pasien cenderung menurun.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian di Brazil yang menunjukkan hasil korelasi positif yang signifikan antara tingkat PM 2,5 dan rawat inap pneumonia (32). Studi di Qingdao juga menemukan hubungan yang signifikan antara paparan jangka pendek terhadap PM 2,5 dan kunjungan ke rumah sakit untuk pneumonia. Polutan atmosfer ini paling terlihat selama musim dingin, dan materi partikulat mungkin menjadi penyebab utama peningkatan kunjungan rumah sakit terkait pneumonia (33). Penelitian Chen menemukan bahwa PM 2,5 berkorelasi dengan penerimaan pasien pneumonia yang dirawat di rumah sakit, terutama wanita, anak-anak, dan orang dewasa (34). Pada orang dewasa, paparan jangka pendek terhadap PM 2,5 dikaitkan dengan risiko rawat inap dengan pneumonia, yang terbukti baru tentang bagaimana polusi udara menyebabkan pneumonia (35).

Partikel berdiameter lebih kecil dari 2,5 mikrometer, yang dikenal sebagai PM 2,5 dapat masuk jauh ke dalam paru-paru dan menyebabkan kerusakan pada dinding alveolar, yang mengganggu fungsi paru-paru (36). Paparan PM 2,5 dapat menyebabkan berbagai penyakit pernapasan, seperti pneumonia, stroke, penyakit jantung iskemik, penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), dan kanker paru-paru (37).

Efek-efek penyakit ini tidak selalu terlihat secara langsung, bahkan setelah tingkat polutan menurun, kerusakan dapat terus berdampak pada kesehatan. Baik paparan jangka pendek maupun jangka panjang, PM 2,5 berbahaya bagi kesehatan manusia, paparan jangka pendek biasanya menyebabkan inflamasi akut pada saluran napas dan darah perifer, sedangkan paparan jangka panjang dikaitkan dengan

peningkatan angka kematian akibat penyakit kardiovaskular dan kanker paru-paru (38). Paparan PM 2,5 telah memperburuk kualitas udara dan membahayakan kesehatan manusia, terutama di bagian barat daya dan Tenggara Iran, dalam penelitian ini ditemukan hubungan yang signifikan antara paparan PM 2,5 dan peningkatan risiko rawat inap dan kematian (39).

Tabel 3. Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Jumlah Pasien Rawat Inap Pneumonia di Rumah Sakit		
	Tahun	Nilai Korelasi (r )	P-Value
PM 2,5	2019	- 0,576	0,050
	2020	-0,569	0,053
	2021	0,171	0,594
	2022	0,291	0,360
	2023	-0,163	0,612
	2019-2023	-0,333	0,009

**KESIMPULAN**

Mayoritas pasien pneumonia yang dirawat di rumah sakit adalah laki-laki (56,9%) dari jumlah pasien 1,331 pasien, dan kelompok umur terbanyak adalah 20-44 tahun (19,5%) diikuti oleh kelompok umur 45-54 tahun (17,7%) dan 55-64 tahun (17,0%). Pada tahun 2022, konsentrasi PM 2,5 tertinggi rata-ratanya adalah  $102,6 \pm 12,4$  g/m<sup>3</sup>, dengan rentang nilai terendah adalah 83 g/m<sup>3</sup> hingga tertinggi 123,3 g/m<sup>3</sup>. Dari tahun 2019 hingga 2023, tren rawat inap pneumonia meningkat dan mengalami perubahan yang fluktuasi dibandingkan sebelum pandemi Covid-19, serta jumlah tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2023 dengan 61

pasien. Ada korelasi antara polusi udara PM 2,5 dan jumlah pasien pneumonia yang dirawat di tahun 2019 dengan nilai p-value 0,05 dan  $r = -0,576$  dan tahun 2019-2023 dengan p-value 0,005 dan  $r = -0,613$ , terdapat korelasi negative antara tingkat PM 2,5 dan penerimaan pasien pneumonia. Tahun 2021, 2022, dan 2023 tidak terdapat korelasi yang signifikan

**SARAN**

Pemerintah disarankan meningkatkan kualitas pencatatan data, untuk mendukung penelitian dan pembuatan kebijakan kesehatan, pemerintah dapat meningkatkan ketepatan pencatatan data rumah sakit. Dan melakukan pengawasan kualitas udara secara langsung di setiap stasiun pemantauan dan memastikan bahwa data yang dikumpulkan transparan.

Bagi Masyarakat disarankan Meningkatkan kesadaran kesehatan

tentang dampak berbahaya dari polusi udara terhadap kesehatan masyarakat, terutama peningkatan risiko pneumonia dan pencegahan penyakit dengan mengetahui hubungan antara polusi udara dan pneumonia, masyarakat dapat mengambil tindakan pencegahan yang lebih baik.

Dan bagi peneliti selanjutnya untuk memasukan variabel COVID-19 ke dalam analisis, untuk memahami bagaimana pandemi COVID-19 dapat mempengaruhi kasus pneumonia, yang akan membantu memahami bagaimana pandemi dapat mempengaruhi jumlah pasien pneumonia yang dirawat di rumah sakit dan melakukan pemeriksaan yang menyeluruh, melakukan pemeriksaan yang lebih mendalam tentang hubungan antara polusi udara dan tingkat rawat inap pasien pneumonia.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ernyasih atas bimbingan dan arahannya selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih kepada seluruh staf dan tim teknis di FKM UMJ, atas dukungan teknis yang diberikan. Terima kasih juga kepada UMJ atas dukungan umum dan fasilitas yang disediakan. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman di FKM UMJ atas semangat dan dukungannya. Akhirnya, terima kasih

kepada keluarga tercinta atas doa dan dukungannya. Semoga skripsi ini bermanfaat.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Almirall J, Boixeda R, de la Torre MC, Torres A. Aspiration pneumonia: A renewed perspective and practical approach. *Respir Med* [Internet]. 2021;185(February):106485. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106485>
2. Lim WS. Pneumonia—Overview [Internet]. 2nd ed. Vol. 4, *Encyclopedia of Respiratory Medicine, Second Edition*. Elsevier Inc.; 2021. 185–197 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11636-8>
3. Regunath H, Oba Y. Community-Acquired Pneumonia [Internet]. National Heart,Lung,and Blood Institute. 2024 [cited 2024 Feb 26]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430749/>
4. World Health Organization. Pneumonia in children [Internet]. WHO. 2022 [cited 2024 Feb 26]. Available from: <https://www.who.int/news->

- room/fact-sheets/detail/pneumonia
5. Riskesdas Kementrian Kesehatan RI. Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. Lembaga Penerbit Balitbangkes. 2018.
  6. Dinas Kesehatan Kota Bekasi. Profil Kesehatan Kota Bekasi Tahun 2018. 2018;
  7. Dinas Kesehatan Jawa Barat. Profil Kesehatan Jawa Barat Tahun 2022. 2022;(July):1–23.
  8. Sava IB, Alfianah SR, Sadewo FXS. Upaya Masyarakat Dalam Penanggulangan Polusi Udara Pg Meritjan Kota Kediri. *J Pendidik Sociol Undiksha* [Internet]. 2023;5(1):30–8. Available from: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPSU/article/view/64987>  
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPSU/article/download/64987/26447>
  9. Susanto AD. Air pollution and human health. *Med J Indones* [Internet]. 2020;29(1):8–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.13181/mji.com.204572>
  10. Ritchie H, Roser M. Global Burden of Disease Study Air Pollution 2019. *Our World in Data*. 2019.
  11. Thangavel P, Park D, Lee YC. Recent Insights into Particulate Matter (PM2.5)-Mediated Toxicity in Humans: An Overview. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(12).
  12. Rentschler J, Leonova N. Global air pollution exposure and poverty. *Nat Commun*. 2023;14(1):1–11.
  13. WHO. Ambient (outdoor) air pollution [Internet]. World Health Organization. 2022 [cited 2024 Feb 20]. Available from: [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)
  14. Indeks kualitas udara (AQI). Kualitas udara di Indonesia [Internet]. IQAir. 2020 [cited 2024 Feb 20]. Available from: <https://www.iqair.com/id/indonesia>
  15. Fadhlurrahman I. Kualitas Udara Jakarta Kamis Malam di Level Sedang namun Konsentrasi PM2.5 masih 3,7 Kali Lipat Standar WHO [Internet]. Katadata Media Network. 2023 [cited 2024 Feb 20]. Available from: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/10/26/kualitas-udara-jakarta-kamis-malam-di-level-sedang-namun-konsentrasi-pm25-masih-37-kali-lipat-standar-who>.
  16. Mulia P, Nofrizal, Dewi WN. Analisis Dampak Kabut Asap

- Karhutla terhadap Gangguan Kesehatan Fisik. *J Ners Indones.* 2021;12(1).
17. Chen CC, Huang J Bin, Cheng SY, Wu KH, Cheng FJ. Association between particulate matter exposure and short-term prognosis in patients with pneumonia. *Aerosol Air Qual Res.* 2020;20(1):89–96.
18. Tegenu K, Geleto G, Tilahun D, Bayana E, Bereke B. Severe pneumonia: Treatment outcome and its determinant factors among under-five patients, Jimma, Ethiopia. *SAGE Open Med.* 2022;10.
19. Surit P, Wongtanasarasin W, Boonnag C, Wittayachamnankul B. Association between air quality index and effects on emergency department visits for acute respiratory and cardiovascular diseases. *PLoS One [Internet].* 2023;18(11 November):1–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0294107>
20. Yee J, Cho YA, Yoo HJ, Yun H, Gwak HS. Short-term exposure to air pollution and hospital admission for pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Environ Heal A Glob Access Sci Source.* 2021;20(1):1–10.
21. Tsai MT, Ho YN, Chiang CY, Chuang PC, Pan HY, Chiu IM, et al. Effects of fine particulate matter and its components on emergency room visits for pediatric pneumonia: A time-stratified case-crossover study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(20).
22. Tian Y, Liu H, Wu Y, Si Y, Li M, Wu Y, et al. Ambient particulate matter pollution and adult hospital admissions for pneumonia in urban China: A national time series analysis for 2014 through 2017. *PLoS Med.* 2019;16(12):1–18.
23. Alfinella Iswandi AA. Rencana aksi nasional penanggulangan pneumonia dan diare indonesia 2023-2030. Kementrian Kesehatan. 2023. 110 p.
24. Dinas Kesehatan Kabupaten Bekasi. Profil Kesehatan Bekasi 2021. 2022;29–30.
25. IQAir. World Air Quality Report 2023. IQAir [Internet]. 2023;1–45. Available from: <https://www.iqair.com/id/world-most-polluted-countries>
26. Sunyataningkamto S, Z I, T AR, I B, Surjono A, Wibowo T, et al. The role of indoor air pollution and other factors in the incidence of

- pneumonia in under-five children. *Paediatr Indones*. 2016;44(1):25.
27. Fagerli K, Ulziibayar M, Suuri B, Luvsantseren D, Narangerel D, Batsaikhan P, et al. Epidemiology of pneumonia in hospitalized adults  $\geq 18$  years old in four districts of Ulaanbaatar, Mongolia, 2015–2019. *Lancet Reg Heal - West Pacific* [Internet]. 2023;30:100591. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2022.100591>
28. Iqbal N, Zafar F, Iqbal M. Factors Influencing The Outcome Of Severe Pneumonia Among Children Having Age From 2 Months To 5 Years In A Tertiary Healthcare Hospital. *Pakistan J Heal Sci*. 2023;60–5.
29. Lewis MO, Tran PT, Huang Y, Desai RA, Shen Y, Brown JD. Disease Severity and Risk Factors of 30-Day Hospital Readmission in Pediatric Hospitalizations for Pneumonia. *J Clin Med*. 2022;11(5).
30. Ernyasih. Model Intervensi Potensi Risiko Exposure So<sub>2</sub>, No<sub>2</sub>, Co Dan Pm<sub>2,5</sub> Dari Emisi Kendaraan Serta Strategi Mitigasi Di Kota Tangerang Selatan. Universitas Hasanuddin; 2023.
31. Greenpeace Indonesia. Factsheet: The Indonesia and the World Health Organization's Air Quality Guidelines Background. 2021;(September):1–6.
32. Santana DP, Santos VM, da Silva AMC, Shimoya-Bittencourt W. Influence of air pollutants on pneumonia hospitalizations among children in a town in the Brazilian legal amazon region: A time series study. *Sao Paulo Med J*. 2020;138(2):126–32.
33. Zhang N, Huang H, Duan X, Zhao J, Su B. Quantitative association analysis between PM<sub>2.5</sub> concentration and factors on industry, energy, agriculture, and transportation. *Sci Rep* [Internet]. 2018;8(1):1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-27771-w>
34. Chen Z, Chen D, Zhao C, Kwan M po, Cai J, Zhuang Y, et al. Influence of meteorological conditions on PM<sub>2.5</sub> concentrations across China: A review of methodology and mechanism. *Environ Int* [Internet]. 2020;139(July 2019):105558. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105558>
35. Wu J, Wu Y, Tian Y, Wu Y, Wang M, Wang X, et al. Association

- between ambient fine particulate matter and adult hospital admissions for pneumonia in Beijing, China. *Atmos Environ* [Internet]. 2020;231(April):117497. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117497>
36. Xing YF, Xu YH, Shi MH, Lian YX. The impact of PM<sub>2.5</sub> on the human respiratory system. *J Thorac Dis*. 2016;8(1):E69–74.
37. Chandra I, Nisa K, Rosdiana E. Preliminary study: Health risk analysis of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> mass concentrations in Bandung Metropolitan. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2021;824(1).
38. Wang F, Liu J, Zeng H. Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information. 2020;(January).
39. Karimi B, Moradzadeh R, Samadi S. Air pollution and COVID-19 mortality and hospitalization: An ecological study in Iran. *Atmos Pollut Res* [Internet]. 2022;13(7):101463. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101463>