

LITERATURE REVIEW : HUBUNGAN FAKTOR IKLIM DENGAN KEJADIAN PNEUMONIA

Herliana Regina Silalahi^{1*}

Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga¹

*Corresponding Author : herliana.regina.silalahi-2021@fkm.unair.ac.id

ABSTRAK

Pneumonia merupakan penyakit menular yang sampai saat ini masih perlu diperhatikan karena menjadi penyebab utama kematian khususnya pada balita. Pneumonia dapat disebabkan karena perubahan iklim seperti suhu, kelembapan, dan curah hujan yang mendukung mikroorganisme untuk tumbuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara suhu, kelembapan, dan curah hujan dengan kejadian pneumonia dengan metode literature review. Pengumpulan artikel menggunakan *Google Scholar*, *Pubmed*, *MDPI*, *Sciencedirect*, dan *Springer*. Artikel yang digunakan yakni artikel yang merupakan penelitian asli dan diterbitkan selama tahun 2020-2025. Setelah dilakukan penelusuran, didapatkan 15 artikel yang sesuai dengan kriteria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak studi menjelaskan adanya hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia, terdapat hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia. Namun, tidak ada hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia. Meski demikian, kejadian pneumonia dapat disebabkan karena faktor lain seperti adanya pemberian intervensi kesehatan, status imun tubuh, dan riwayat komorbid. Oleh karena itu, seseorang dengan riwayat komorbid atau orang yang beresiko lebih untuk terinfeksi pneumonia sebaiknya lebih memperhatikan kondisi imun tubuh sehingga ketika terjadi perubahan iklim, tubuh akan lebih mudah beradaptasi.

Kata kunci : curah hujan, iklim, kelembapan, pneumonia, suhu

ABSTRACT

Pneumonia is an infectious disease that still requires serious attention, as it remains a leading cause of death, particularly among children under five. Pneumonia can be triggered by climate changes such as temperature, humidity, and rainfall, which create favorable conditions for microorganisms to grow. This study aims to analyze the relationship between temperature, humidity, and rainfall with the incidence of pneumonia using a literature review method. Articles were collected from Google Scholar, PubMed, MDPI, ScienceDirect, and Springer. The selected articles were original research studies published between 2020 and 2025. A total of 15 articles met the inclusion criteria. The findings indicate that many studies reported a relationship between temperature and pneumonia incidence, as well as a relationship between humidity and pneumonia. However, no significant association was found between rainfall and the incidence of pneumonia. Nonetheless, pneumonia cases can also be influenced by other factors such as health interventions, immune system status, and comorbidities. Therefore, individuals with comorbidities or those at higher risk of pneumonia infection should pay closer attention to their immune condition, so the body can adapt more effectively to climate changes.

Keywords : climate, humidity, pneumonia, rainfall, temperature

PENDAHULUAN

Pneumonia termasuk dalam jenis penyakit menular yang agennya disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, atau kerusakan paru-paru sehingga menyebabkan infeksi akut pada organ paru-paru khususnya bagian alveolus (Bahri et al., 2021). Alveolus merupakan struktur kecil di paru-paru berupa kantung yang pada orang yang sehat seharusnya berisi udara saat bernafas, namun pada penderita pneumonia, kantung tersebut berisi nanah dan cairan sehingga menyebabkan kesulitan bernafas dan menyebabkan kadar oksigen dalam tubuh berkurang (Asyari, 2025). Pneumonia banyak terjadi pada anak-anak dibawah 5 tahun, setidaknya 1 dari 5 penyebab kematian anak disebabkan oleh pneumonia (Budihardjo & Suryawan, 2020). Oleh karena itu,

Pneumonia seringkali disebut sebagai “Pembunuh Anak yang Terlupakan” dan menjadi penyebab utama kematian balita secara global (Asyari, 2025). Berdasarkan laporan *United International Children’s Emergency Fund*, pneumonia menyebabkan kematian lebih dari 800.000 balita di seluruh dunia (Sary et al., 2024).

Pneumonia di negara berkembang masih menjadi masalah kesehatan yang perlu diberikan perhatian dan pengendalian (Asyari, 2025). Pengendalian pneumonia pada balita saat ini lebih diprioritaskan di Indonesia karena kontribusinya yang cukup besar terhadap peningkatan angka kesakitan dan kematian balita (Kementerian Kesehatan RI, 2022). Pneumonia di Indonesia masih menempati urutan ketiga penyebab kematian terbanyak setelah penyakit jantung dan tuberkulosis (Bahri et al., 2021). Menurut Syani & Raharjo (2015) dalam Bahri et al. (2021) kematian balita akibat pneumonia di Indonesia mencapai 22.000 jiwa setiap tahunnya, hal ini menjadikan Indonesia berada pada peringkat 8 dari 15 negara dengan kematian pneumonia balita tertinggi. Berdasarkan Laporan Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2023, kematian balita disebabkan pneumonia sebesar 0,13% (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Kusparlina & Wasito (2022) mengenai faktor intrinsik dan ekstrinsik yang menyebabkan pneumonia di Puskesmas Banjarejo, Kota Madiun. Faktor intrinsik disebabkan karena faktor internal individu seperti usia, riwayat pemberian ASI eksklusif, riwayat asma, dan status gizi. Sedangkan, faktor eksternal merupakan faktor penyebab diluar individu seperti kebiasaan merokok pada anggota keluarga, kebiasaan membersihkan rumah, kebiasaan membuka jendela, kepadatan hunian rumah, kebiasaan mencuci tangan, penggunaan obat nyamuk bakar, status pekerjaan, status sosial ekonomi, dan kelembapan. Kelembapan merupakan salah satu faktor yang tidak bisa dikendalikan akibat adanya perubahan iklim sehingga menyebabkan masalah kesehatan pada manusia secara langsung (Susilawati, 2021).

Perubahan iklim saat ini menjadi isu global yang tidak bisa dihindarkan karena dampaknya yang memengaruhi beberapa aspek (Susilawati, 2021). Perubahan iklim terjadi akibat adanya perubahan kondisi iklim yang di Indonesia ditandai dengan perubahan suhu, kelembapan, pola curah hujan, dan kenaikan permukaan air laut (Faturohman et al., 2024). Dalam jangka panjang, perubahan iklim dapat menyebabkan peningkatan kejadian bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai. Fenomena iklim ini disebabkan karena konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer yang mengalami peningkatan (Faturohman et al., 2024). Risiko dari perubahan iklim tidak hanya akan memengaruhi sektor ekonomi, politik, dan sosial namun juga akan memengaruhi sektor kesehatan seperti penyebaran penyakit hingga ketahanan pangan (Melo & Rahmadani, 2022).

Menurut Susilawati (2021) perubahan iklim dapat memengaruhi kesehatan secara langsung dan tidak langsung. Perubahan iklim yang memengaruhi kesehatan secara langsung yakni disebabkan karena perubahan pola cuaca mencakup suhu, kelembapan, peningkatan frekuensi cuaca ekstrem. Kondisi tersebut menyebabkan penyebaran penyakit seperti pneumonia, demam berdarah, malaria terjadi lebih cepat (Melo & Rahmadani, 2022). Sedangkan, mekanisme perubahan iklim yang secara tidak langsung memengaruhi kesehatan manusia yakni dimana perubahan iklim dapat menyebabkan kondisi kualitas lingkungan ikut berubah seperti hilangnya fungsi ekosistem, penurunan lapisan ozon, polusi udara, dan tingginya kelembapan yang pada akhirnya memengaruhi kesehatan manusia (Susilawati, 2021).

Pneumonia dapat terjadi akibat perubahan iklim seperti suhu dan kelembapan yang ruangan tinggi (Kusumo et al., 2021). Kelembapan merupakan kadar kandungan uap air di udara, apabila kelembapan meningkat, Kelembapan adalah kandungan uap air di udara yang apabila terjadi peningkatan kelembapan udara, maka dapat memicu mikroorganisme seperti bakteri yang menginfeksi saluran pernapasan untuk lebih mudah berkembang biak (Laliyanto et al., 2023). Kelembapan yang tinggi dapat disebabkan diantaranya kurangnya sinar matahari atau pencahayaan di dalam rumah dan ventilasi yang selalu tertutup (Kusumo et al., 2021).

Peningkatan suhu yang terjadi dalam waktu lama akan menyebabkan peningkatan metabolisme pada manusia, misalnya tubuh akan lebih banyak memproduksi keringat hingga menyebabkan kelelahan (Tasci et al., 2018). Kondisi tersebut akan menimbulkan gangguan pada sistem imun tubuh yang berdampak pada penurunan kekebalan tubuh manusia sehingga rentan terinfeksi penyakit salah satunya pneumonia (Tasci et al., 2018).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Hasalia et al. (2025) yang dilakukan di Puskesmas Kota Jambi, variabel kelembapan merupakan variabel yang paling berhubungan signifikan terhadap kejadian pneumonia. Penelitian oleh Laliyanto et al. (2023) yang dilakukan di Wilayah Kerja Puskesmas Gamping II, Kabupaten Sleman, variabel suhu dan kelembapan diketahui berhubungan dengan kejadian pneumonia. Penelitian oleh Hazainudin et al. (2023) yang dilakukan di wilayah kerja Puskesmas UPT Sopa'ah, Kabupaten Pamekasan, kelembapan berpengaruh terhadap kejadian pneumonia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan faktor iklim dengan kejadian pneumonia. Hal ini dapat dijadikan referensi agar masyarakat dan pemerintah dapat mempersiapkan strategi adaptasi iklim yang sesuai untuk mengendalikan penemuan kejadian pneumonia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* atau studi kepustakaan dengan mengumpulkan data berupa sumber ilmiah yang berasal dari artikel jurnal baik nasional maupun internasional. Pengumpulan artikel dilakukan melalui lima sumber pencarian yakni *Google Scholar*, *Pubmed*, *MDPI*, *Springer*, dan *Sciedirect*. Pencarian artikel menggunakan kata kunci “kelembapan”, “pneumonia”, “iklim”, “meteorological”, dan “suhu”. Kriteria inklusi atau pembatasan artikel yang digunakan sebagai data yakni yang diterbitkan selama 5 tahun terakhir (2020-2025), merupakan penelitian asli (bukan studi kasus atau riset epidemiologi), dan dalam bentuk *full text*, *original text*, atau *open access*. Tidak ada pembatasan wilayah atau lokasi penelitian, usia penderita, dan metode penelitian yang digunakan saat pencarian artikel. Hasil penelusuran mendapatkan 15 artikel dari lima sumber pencarian yang sesuai dengan kriteria inklusi dan linear dengan topik penelitian yakni mengetahui faktor iklim sebagai penyebab kejadian pneumonia. Artikel tersebut kemudian ditelaah untuk menganalisa hubungan faktor iklim dengan kejadian pneumonia.

HASIL

Berdasarkan hasil pencarian artikel, didapatkan 15 artikel yang membahas mengenai hubungan faktor iklim dengan kejadian pneumonia. Penelaahan artikel tersebut mencakup judul artikel, penulis (tahun), metode penelitian, sampel penelitian, dan hasil penelitian. Rangkuman hasil *literature review* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Literature Review* Artikel Mengenai Hubungan Faktor Iklim dengan Kejadian Pneumonia

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
Pengaruh Musim Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita di Kabupaten Pelalawan	Harnani et al. (2022)	Jenis penelitian yakni analitik kuantitatif observasional. Pengumpulan data menggunakan data sekunder rekapitulasi laporan bulanan jumlah pneumonia dari seluruh Puskesmas yang ada di Kabupaten Pelalawan dan data laporan bulanan iklim dari	Sampel penelitian yakni seluruh penderita pneumonia balita yang tercatat di 12 Puskesmas Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau pada tahun 2018-2019.	Kejadian pneumonia balita cenderung mengalami peningkatan saat musim hujan. Tidak ada hubungan antara suhu, kelembapan, dan curah hujan dengan kejadian

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
		BMKG. Analisis data menggunakan metode <i>Vector Autoregressive</i> (VAR) pada data <i>time series</i> .	Pengambilan sampel menggunakan <i>total sampling</i> .	pneumonia balita. Walaupun demikian, Nilai R Square pada pemodelan VAR sebesar 0.655, artinya sebesar 65.5% faktor pneumonia mampu dijelaskan oleh variabel faktor iklim dalam penelitian yakni curah hujan, kelembapan, dan suhu.
Faktor Iklim Dengan Kejadian Pneumonia di Kota jakarta Pusat Periode 2016-2020	Ekasari et al. (2022)	Jenis penelitian yakni kuantitatif deskriptif. Pengumpulan data menggunakan data sekunder yakni laporan kejadian pneumonia di Jakarta Pusat dari Dinas Kesehatan DKI Jakarta dan data iklim dari BMKG mencakup curah hujan, kelembapan, dan suhu selama 5 tahun terakhir. Analisis data menggunakan uji <i>pearson product moment</i> .	Sampel penelitian menggunakan <i>total sampling</i> yakni seluruh kejadian pneumonia di Jakarta Pusat dari tahun 2016-2020 yang dilaporkan di Dinas Kesehatan DKI Jakarta.	Tidak ada hubungan antara suhu, kelembapan, dan curah hujan dengan kejadian pneumonia. Namun, dilihat dari arah pola hubungan, diketahui bahwa semakin rendah suhu yang terdeteksi dan semakin tinggi pola curah hujan, maka kejadian pneumonia semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan data kasus pneumonia di Jakarta Pusat dimana kasus tertinggi terjadi pada bulan yang memiliki curah hujan tinggi karena suhu udara yang rendah dan kelembapan yang tinggi.
Determinan Kejadian Pneumonia pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas Paal V Kota Jambi Tahun 2024	Sobihannur et al. (2025)	Penelitian menggunakan desain <i>case control</i> . Pengumpulan data dilakukan menggunakan data primer berupa kuesioner mengenai kondisi fisik rumah termasuk suhu dan kelembapan serta data sekunder laporan kasus pneumonia pada bayi usia <1 tahun di wilayah kerja Puskesmas Paal V Kota Jambi Bulan Januari-Maret Tahun 2024. Analisis data menggunakan uji <i>chi square</i> .	Populasi yakni seluruh kasus pneumonia pada bayi usia <1 tahun di lokasi penelitian. Pengambilan sampel menggunakan <i>purposive sampling</i> dengan rasio 1:2, yakni 27 sampel kasus dan 54 sampel kontrol, maka total sampel yang digunakan adalah 81.	Dari kelompok yang menderita pneumonia (kasus), diketahui bahwa kelembapan di rumah belum memenuhi syarat yang ditetapkan (55.6%). Namun, dari hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia. Sedangkan untuk variabel suhu, pada kelompok kasus mayoritas sudah memenuhi

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
Lagged Association between Climate Variables and Hospital Admissions for Pneumonia in South Africa	Pedder et al. (2021)	Penelitian menggunakan data sekunder yang dikumpulkan dari rekam medis rawat inap akibat pneumonia di Rumah Sakit Nkhensani dan Rumah Sakit Maphuta L. Malatjie yang berada di Distrik Mopani, Afrika Selatan. Data iklim mencakup suhu dan kelembapan dari stasiun cuaca. Analisis data menggunakan <i>Distributed Lag Non-linear Model</i> (DLNM).	Sampel penelitian menggunakan <i>total sampling</i> yakni sebanyak 4062 rekam medis rawat inap akibat pneumonia di kedua rumah sakit sepanjang tahun 2007-2015.	persyaratan (51.9%). Dari hasil uji statistik diketahui terdapat hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia. Terdapat hubungan antara suhu dan kelembapan dengan jumlah kejadian rawat inap akibat pneumonia di kedua rumah sakit. Rata-rata suhu harian yang lebih tinggi mampu meningkatkan kejadian pneumonia setelah 7-14 hari dan rata-rata suhu harian yang lebih rendah berkorelasi dengan penurunan kasus dalam 0-10 hari. Temuan ini membuktikan bahwa perubahan iklim dapat secara signifikan mempengaruhi angka kesakitan pneumonia di wilayah tersebut.
Analysis of Pneumonia Occurrence in Relation to Climate Change in Tanga, Tanzania	Miyayo et al. (2021)	Penelitian menggunakan desain time series dengan menggunakan data sekunder. Pengumpulan data menggunakan data iklim dari <i>Tanzania Meteorological Authority</i> mencakup kelembapan, suhu, dan curah hujan serta data laporan kejadian pneumonia dari sistem informasi kesehatan di Kecamatan Tanga dan Handeni dari 2016-2018. Data kemudian dianalisis menggunakan uji regresi binomial.	Populasi penelitian yakni 11 wilayah di Kota Tanga. Pengambilan sampel menggunakan <i>simple random sampling</i> dengan level kepercayaan 95%. Sehingga didapatkan 2 wilayah yakni Kecamatan Tanga dan Handeni. Sampel data yang digunakan yakni seluruh data di wilayah tersebut.	Berdasarkan hasil analisis data, peningkatan kelembapan dan suhu yang rendah diketahui dapat meningkatkan pneumonia. Fenomena ini terjadi di kedua kecamatan. Berdasarkan hasil uji statistik, diketahui bahwa terdapat hubungan signifikan antara kelembapan dan suhu minimum dengan kejadian pneumonia di kedua kecamatan. Variabel curah hujan dan suhu maksimum tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian pneumonia.
Association of Socio-	Ehsanul Huq et al. (2021)	Jenis penelitian yakni observasional. Penelitian penelitian	dalam yakni Sampel yakni Penelitian penelitian	Data iklim pada Bulan Oktober-

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
Demographic and Climatic Factors with the Duration of Hospital Stay of Under-Five Children with Severe Pneumonia in Urban Bangladesh: An Observational Study		menggunakan data sekunder. Pengumpulan data diperoleh dari data pasien pneumonia balita di rumah sakit di Bangladesh sepanjang tahun 201-2019. Data iklim mencakup suhu, kelembapan, dan curah hujan diperoleh dari <i>Meteorological Department of Bangladesh</i> sepanjang tahun 2016-2019. Analisis data menggunakan distribusi <i>gamma</i> .	seluruh data pasien pneumonia balita di rumah sakit sejumlah 944 dan data iklim yang dilaporkan sepanjang tahun 2016-2019.	Februari setiap tahunnya mengalami penurunan curah hujan akibat musim dingin. Sedangkan pada Bulan April-Oktober setiap tahunnya, suhu dan kelembapan mengalami peningkatan. Terdapat hubungan antara curah hujan, dan kelembapan dengan kejadian pneumonia di rumah sakit. Namun, tidak terdapat hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia dan lama waktu rawat inap.
Relationship Between Meteorological Variables and Pneumonia In Children In The Metropolitan Region of Porto Alegre, Brazil	Nick et al. (2022)	Penelitian dilakukan di rumah sakit di Porto Alegre, Brazil yang memiliki iklim sub tropis. Data yang penelitian menggunakan data sekunder mengenai kejadian pneumonia di rumah sakit tersebut selama tahun 1998-2017 dari <i>United Health System database</i> . Data iklim yang digunakan berasal dari <i>Meteorological Database for Education and Research</i> mencakup suhu, kelembapan, dan kecepatan angin.	Sampel penelitian yakni seluruh kejadian pneumonia yang dilaporkan dan seluruh data iklim yang dilaporkan dari stasiun cuaca sepanjang tahun 1998-2017.	Kasus rawat inap akibat pneumonia meningkat pada musim dingin. Berdasarkan uji statistik, penurunan suhu berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kejadian pneumonia. Kenaikan kelembapan juga berpengaruh signifikan terhadap peningkatan jumlah kasus rawat inap akibat kejadian pneumonia pada anak-anak di wilayah tersebut.
Weather Factors, PCV Intervention and Childhood Pneumonia in Rural Bangladesh	Hossain et al. (2020)	Penelitian menggunakan data sekunder mengenai laporan kejadian pneumonia dari Rumah Sakit Matlab dan data iklim mencakup kelembapan dan suhu dari <i>Bangladesh Meteorological Department</i> sepanjang tahun 2012-2016. Analisis data menggunakan regresi linier untuk <i>time series cross correlation</i> .	Sampel penelitian yakni seluruh kejadian pneumonia pada anak-anak dibawah 5 tahun yang telah mendapatkan vaksin pneumonia sebanyak 2655 dan seluruh laporan iklim selama tahun 2012-2016.	Tidak ditemukan hubungan antara kelembapan dan variasi suhu maksimal dengan kejadian pneumonia di wilayah tersebut. Hal ini dapat dipengaruhi karena pemberian intervensi berupa vaksin pneumonia di wilayah tersebut sudah terdistribusi secara masif dan adanya peningkatan

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
Impact of Absolute Values and Changes in Meteorologi-cal and Air Quality Condition-ons Community-acquired Pneumonia in Germany	Khan et al. (2025)	<p>Penelitian ini menggunakan metode CAPNETZ yang dipopulerkan oleh Welte (2004). Pengumpulan data sekunder berasal dari rekam medis 10.660 pasien yang rawat inap akibat pneumonia di 22 rumah sakit pada rentang tahun 2003-2017. Data iklim mencakup kelembapan, suhu, dan curah hujan serta data kualitas udara ambien. Kedua data didapatkan dari <i>German Weather Service</i>. Analisis data menggunakan analisis regresi.</p>	Sampel penelitian yakni seluruh laporan kejadian rawat inap akibat pneumonia dan seluruh laporan iklim dan kualitas udara sepanjang tahun 2003-2017	kualitas layanan kesehatan. Terdapat hubungan yang kuat antara suhu, kelembapan, dan curah hujan terhadap kejadian rawat inap akibat pneumonia.
Assessment of The Impact of Climate Change on The Occurrences of Malaria, Pneumonia, Meningitis, and Cholera in Lokoja City, Nigeria	Oluwatimile hin et al. (2022)	<p>Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data sekunder menggunakan data iklim mencakup curah hujan dan suhu dari <i>National Aeronautics and Space Administration</i> (NASA) dan data penyakit malaria, pneumonia, dan meningitis selama tahun 2000-2020 dari Kementerian Kesehatan. Analisis data menggunakan korelasi <i>pearson</i> dan regresi. Data primer menggunakan kuesioner mengenai strategi untuk mengatasi penyakit ini kepada 250 dokter magang yang berpengalaman dalam menangani penyakit ini.</p>	Sampel penelitian yakni seluruh kasus penyakit pneumonia, malaria, meningitis, dan kolera yang dilaporkan di kota Lokoja dan seluruh data suhu dan curah hujan sepanjang tahun 2000-2020.	Berdasarkan hasil uji korelasi <i>pearson</i> ditemukan tidak terdapat hubungan antara suhu rendah, suhu tinggi, dan curah hujan dengan kejadian pneumonia di wilayah tersebut. Variabel suhu tinggi dan curah hujan memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian malaria, variabel suhu rendah berhubungan signifikan dengan kejadian meningitis, dan variabel curah hujan berhubungan signifikan dengan kejadian kolera.
Exploring Rural Hospital Admissions For Diarrhoeal Disease, Malaria, Pneumonia, and Asthma in Relation to Temperature, Rainfall and Air Pollution Using Wavelet Transform Analysis	Kapwata et al. (2021)	<p>Penelitian ini menggunakan data sekunder. Pengumpulan data menggunakan rekam medis pasien penyakit pneumonia, malaria, dan asma di dua rumah sakit pedesaan di Provinsi Limpopo, Afrika Selatan sepanjang tahun 2011-2017. Data iklim mencakup suhu dan curah hujan dikumpulkan melalui South African Weather Service. Data polusi udara didapatkan dari Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). Analisis data menggunakan <i>wavelet transform cross-correlation</i>.</p>	Sampel penelitian yakni seluruh data rekam medis dari pasien sebanyak 2557 data, seluruh data laporan iklim dan data laporan polusi udara pada rentang tahun 2011-2017.	Tidak terdapat hubungan antara faktor iklim mencakup suhu dan curah hujan dengan kejadian pneumonia. Namun terdapat hubungan antara polusi udara dengan kejadian pneumonia. Kejadian pneumonia dapat meningkat 10-15 hari setelah kondisi polusi udara berubah. Faktor iklim berhubungan dengan kejadian malaria. Kejadian malaria

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
Impact of hot and cold nights on pneumonia hospitalisations in children under five years: Evidence from low-, middle-, and high-income countries	Feng et al. (2024)	Penelitian menggunakan data sekunder. Pengumpulan data menggunakan data rekam medis dari pasien balita yang memiliki pneumonia rumah sakit di 3 negara yakni negara dengan pendapatan rendah, menengah, dan tinggi yang secara berurutan adalah Bangladesh, China, dan Australia sepanjang tahun 2011-2017. Data iklim diketahui menggunakan data tren suhu saat malam hari.	Sampel dalam penelitian yakni seluruh data pasien pneumonia dan data iklim berupa suhu di 3 negara tersebut sepanjang tahun 2011-2017.	dapat meningkat 30 hari setelah suhu dan curah hujan mengalami peningkatan. Intensitas suhu malam hari yang paling rendah secara berurutan terjadi di China, Australia, dan Bangladesh. Sedangkan intensitas suhu malam hari yang paling tinggi secara berurutan terjadi di Australia, China, dan Bangladesh. Intensitas suhu tinggi berhubungan dengan kejadian pneumonia pada balita bahkan dapat meningkatkan kematian akibat pneumonia. Begitupula, dengan intensitas suhu rendah di malam hari berhubungan dengan kejadian pneumonia pada balita.
Do Meteorological Changes and Air Pollution Increase the Risk of Pneumonia?	Sahin et al. (2021)	Penelitian ini menggunakan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan dari rekam medis pasien yang didiagnosa pneumonia di rumah sakit Kastamonu, Turki sepanjang tahun 2016 sampai 2017. Data iklim didapatkan dari <i>Ministry of the Environment and Urbanization</i> mencakup data suhu kelembapan, dan lainnya. Analisis data menggunakan korelasi <i>pearson</i> .	Sampel dalam penelitian yakni seluruh data pasien yang didiagnosa pneumonia sebanyak 822 pasien dan seluruh data iklim yang dilaporkan oleh kementerian.	Terdapat hubungan yang kuat dan negatif signifikan antara kelembapan dengan pneumonia sebanyak jumlah pasien pneumonia. Namun, tidak terdapat hubungan antara suhu dengan jumlah pasien pneumonia.
The Impact of Weather and Air Pollution on Viral Infection and Disease Outcome Among Pediatric Pneumonia Patients in Chongqing, China, from 2009 to 2018:	Wang et al. (2021)	Penelitian menggunakan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan dari <i>Children's Hospital, Chongqing Medical University</i> mengenai data pasien yang mengidap pneumonia pada anak-anak dibawah 5 tahun. Data iklim dan kualitas udara didapatkan dari <i>China Air Quality Online Monitoring</i> sepanjang tahun 2013-2018. Variabel iklim yang diteliti mencakup suhu, kelembapan, dan curah hujan.	Sampel penelitian yakni seluruh data pasien pneumonia balita sebanyak 4846 sepanjang tahun 2009-2018 dan data iklim serta kualitas udara yang dilaporkan sepanjang tahun 2013-2018.	Terdapat hubungan antara suhu, dan curah hujan dengan kejadian pneumonia pada balita. Kualitas udara seperti PM _{2.5} , SO ₂ , dan CO juga berhubungan dengan kejadian pneumonia. Kasus pneumonia dapat meningkat 1-2 bulan setelah perubahan iklim dan kualitas udara.

Judul	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Sampel Penelitian	Hasil Penelitian
A Prospective Observational Study		Analisis data menggunakan uji <i>Mann-Whitney</i> , <i>Kruskal-Wallis</i> , dan <i>pearson</i> .		
Association of Meteorologic-al Factors and Atmospheric Particulate Matter With The Incidence of Pneumonia: An Ecological Study	Huh et al. (2020)	<p>Penelitian menggunakan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan melalui jumlah insiden rawat inap pasien pneumonia sepanjang tahun 2007-2017 dari <i>Health Insurance Review and Assessment Service</i> (HIRA). Data iklim diperoleh dari <i>National Climate Data Center of the Korea Meteorological Administration</i>. Data polutan diperoleh dari <i>Korea Environment Corporation</i>. Analisis data menggunakan <i>SAS 9.4 for windows</i>.</p>	<p>Sampel penelitian yakni seluruh kasus rawat inap pasien pneumonia sejumlah 1.620.914 Seluruh data iklim dan polutan yang dilaporkan juga menjadi sampel dalam penelitian ini.</p>	<p>Terdapat hubungan signifikan antara suhu harian, kelembapan, dan PM_{2.5} dengan insiden pneumonia mingguan per 100.000 pasien khususnya pada pneumonia yang disebabkan oleh bakteri dan lainnya. Variabel kelembapan juga memiliki hubungan dengan insiden pneumonia mingguan per 100.000 pasien khususnya pada pneumonia yang disebabkan oleh bakteri, virus, dan lainnya.</p>

PEMBAHASAN

Dari 15 artikel yang telah ditelaah, studi dilakukan di negara yang berbeda yakni Indonesia, Afrika Selatan, Tanzania, Bangladesh, Brazil, Jerman, Korea Selatan, Nigeria, China, Australia, dan Turki. Variabel iklim yang paling banyak diteliti dari 15 artikel yakni suhu dimana seluruh artikel meneliti hubungan kenaikan atau penurunan suhu dengan kejadian pneumonia. Selain suhu, variabel lain seperti kelembapan dan curah hujan menjadi faktor iklim yang diteliti untuk mengetahui hubungannya dengan kejadian pneumonia. Berikut merupakan hasil penelitian untuk setiap variabel.

Suhu

Penyebab kejadian pneumonia di Kabupaten Pelalawan dapat dijelaskan akibat faktor iklim salah satunya suhu (Harnani et al., 2022). Penelitian oleh Harnani et al. (2022), menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia. Walaupun demikian, hasil pemodelan VAR berada angka 65.5% dan kesimpulan penelitian dapat dijelaskan melalui hasil pemodelan VAR. Sejalan dengan hasil penelitian oleh Kapwata et al. (2021) di Provinsi Limpopo, Afrika Selatan, yang menunjukkan bahwa meningkatnya kejadian pneumonia tidak ada hubungannya dengan variasi suhu namun lebih berhubungan dengan kondisi kualitas udara.

Studi oleh Ekasari et al. (2022), antara suhu dengan kejadian pneumonia tidak terdapat hubungan, hal ini terlihat dari hasil uji statistik yang menunjukkan kekuatan hubungan yang lemah. Namun arah pola hubungan dalam hasil uji bernilai negatif, sehingga apabila kasus pneumonia mengalami penurunan maka suhu mengalami peningkatan. Penelitian oleh Oluwatimilehin et al. (2022) yang dilakukan di Kota Lokoja, Nigeria, menyatakan bahwa tidak ada hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia, baik itu rata-rata suhu maksimal

maupun rata-rata suhu minimal. Hal ini disebabkan karena distribusi spasial di Kota Lokoja dan faktor kondisi tanah serta angin laut yang menyebabkan variasi suhu.

Ehsanul Huq et al. (2021) meneliti bahwa tidak ada hubungan antara suhu dengan kejadian rawat inap akibat pneumonia dan suhu tidak memengaruhi lama waktu rawat inap pasien pneumonia. Hal ini dapat disebabkan karena lokasi penelitian dilakukan di perkotaan sehingga banyak kesempatan bagi pasien yang menunjukkan gejala pneumonia untuk berkonsultasi dan berobat dengan tenaga medis sehingga pneumonia dapat dicegah (Ehsanul Huq et al., 2021). Sejalan dengan penelitian Hossain et al. (2020) yang menggunakan data variasi suhu, dimana tidak ditemukan hubungan antara variasi suhu dengan kejadian pneumonia balita. Hal ini dapat disebabkan karena di wilayah penelitian, pemberian vaksinasi sudah dilakukan secara masif sehingga muncul faktor biologis yakni kekebalan tubuh yang berbeda-beda (Hossain et al., 2020).

Hasil studi oleh Şahin et al. (2021), menjelaskan mengenai faktor kekebalan tubuh dimana perempuan lebih rentan terkena pneumonia karena kekebalan tubuhnya lebih lemah daripada laki-laki. Dalam penelitiannya pula, ia menjelaskan bahwa tidak ada hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia. Namun, faktor iklim dapat memengaruhi kondisi imun tubuh seseorang (Şahin et al., 2021). Berbeda dengan sebelumnya, terdapat artikel yang menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia. Berdasarkan penelitian Sobihannur et al. (2025), sebanyak 51.9% responden yang mengidap pneumonia memiliki suhu di dalam rumah yang sudah memenuhi syarat. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu dengan kejadian pneumonia. Hasil studi juga menyatakan bahwa bayi yang tinggal di rumah dengan kondisi suhu belum memenuhi syarat memiliki risiko 0.265 kali lebih besar untuk terinfeksi pneumonia dibandingkan dengan bayi yang tinggal di rumah yang kondisi suhunya memenuhi syarat (Sobihannur et al., 2025). Sejalan dengan hasil studi oleh Wang et al. (2021), selisih suhu tertinggi dan terendah di Chongqing, China memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia. Namun, lama perkiraan waktu infeksi pneumonia tidak dapat dipastikan karena berbeda jenis virusnya.

Pedder et al. (2021) dalam studinya menggunakan 3 data suhu yakni rata-rata suhu harian paling rendah, rata-rata suhu harian paling tinggi, dan rata-rata suhu secara keseluruhan. Diketahui, ketiganya berhubungan dengan jumlah pasien pneumonia di rumah sakit. Rata-rata suhu harian terendah menunjukkan hasil hubungan yang lebih kuat dengan meningkatnya pasien pneumonia di rumah sakit dibandingkan dengan suhu rata-rata harian tertinggi. Pasien pneumonia meningkat setelah 7-14 hari dari penurunan suhu harian, sedangkan kenaikan suhu harian mampu mengurangi jumlah pasien pneumonia di rumah sakit setelah 0-10 hari. Sejalan dengan penelitian Nick et al. (2022), peningkatan pasien pneumonia sejalan dengan kondisi dimana suhu mengalami penurunan, hal tersebut dapat terjadi setelah 3 hari dari kenaikan suhu. Nick et al. (2022) juga mengemukakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan dengan kejadian pneumonia.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Huh et al. (2020), menyatakan bahwa terdapat hubungan antara suhu dengan kejadian pneumonia khususnya pneumonia yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Penelitian oleh Miyayo et al. (2021) yang menggunakan 2 data suhu yakni suhu maksimal dan suhu minimal, diketahui bahwa suhu minimal memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian pneumonia, sebaliknya, suhu maksimum tidak memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia dan memiliki arah hubungan negatif. Suhu minimal dapat meningkatkan pneumonia, hal ini dapat disebabkan karena kondisi biologis dan faktor lain yang perlu diteliti lebih lanjut. Berkebalikan dengan pernyataan tersebut, suhu maksimal dapat mengurangi kejadian pneumonia hingga 14% (Miyayo et al., 2021). Pernyataan tersebut juga didukung oleh hasil penelitian Khan et al. (2025), dimana peningkatan suhu yang terlalu ekstrem dapat menimbulkan masalah kesehatan yang kronis khususnya pada seseorang dengan status komorbid. Dalam penelitiannya, ia menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara variasi

suhu dengan peningkatan kejadian pneumonia di Jerman. Feng et al. (2024) meneliti mengenai intensitas suhu rendah dan suhu tinggi saat malam hari dengan kejadian pneumonia. Penelitiannya dilakukan di 3 negara yakni Australia sebagai negara pendapatan tinggi, China sebagai negara pendapatan menengah, dan Bangladesh sebagai negara pendapatan rendah. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa suhu tinggi memiliki hubungan dengan peningkatan kejadian rawat inap akibat pneumonia pada balita di 3 negara, bahkan dapat meningkatkan risiko kematian akibat pneumonia. Begitupula dengan suhu rendah yang juga memiliki hubungan terhadap kejadian rawat inap akibat pneumonia di 3 negara tersebut (Feng et al., 2024).

Kelembapan

Sobihannur et al. (2025) dalam studinya yang dilakukan di Kota Jambi, menemukan bahwa tidak ada hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia pada bayi. Namun, apabila kelembapan di dalam ruangan belum memenuhi syarat yang ditetapkan, maka bayi dapat beresiko 0.265 kali lebih besar untuk terkena pneumonia dibandingkan dengan bayi yang tinggal di ruangan dengan kelembapan memenuhi syarat. Studi oleh Harnani et al. (2022), menyatakan bahwa data kelembapan di Kabupaten Pelalawan cenderung konstan berada pada angka 80-85. Walaupun demikian, tidak terdapat hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia pada balita karena bangunan rumah mayoritas sudah memenuhi standar kesehatan seperti memiliki ventilasi yang baik dan dinding rumah yang tidak terbuat dari kayu (Harnani et al., 2022).

Menurut Ekasari et al. (2022) tidak ada korelasi antara kelembapan dengan kejadian pneumonia, namun berdasarkan tren data, didapatkan bahwa kejadian pneumonia tertinggi terjadi pada musim hujan dan saat peralihan musim. Hasil penelitian oleh Hossain et al. (2020) yang meneliti mengenai hubungan kelembapan dengan kejadian pneumonia pada balita yang telah mendapatkan vaksinasi menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia balita di area pedesaan Bangladesh. Hal ini disebabkan karena rata-rata balita di lokasi penelitian sudah menerima vaksinasi sehingga kekebalan tubuh meningkat dan pelayanan kesehatan disana sangat totalitas dan telah memenuhi standar untuk pengobatan pneumonia.

Hasil studi oleh Ehsanul Huq et al. (2021) menemukan hasil yang berkebalikan, peningkatan kelembapan sebesar 1% dapat meningkatkan 4% kejadian rawat inap akibat pneumonia balita dan dapat memperpanjang lama rawat inap balita di rumah sakit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia. Sejalan dengan hasil penelitian oleh Pedder et al. (2021) dan Nick et al. (2022) yang meneliti mengenai hubungan kelembapan dengan kejadian pneumonia di Afrika Selatan, keduanya berpendapat bahwa kelembapan memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian pneumonia. Peningkatan kelembapan dapat meningkatkan angka kesakitan dan kejadian rawat inap akibat pneumonia di rumah sakit di Afrika Selatan setelah 15-20 hari dari perubahan angka kelembapan (Pedder et al., 2021). Sedangkan menurut Nick et al. (2022), peningkatan kelembapan khususnya pada musim dingin akan meningkatkan kejadian pneumonia setelah 3 hari dari perubahan kelembapan.

Virus pneumonia diketahui lebih beresiko menginfeksi ketika kelembapan tinggi Sejalan dengan penelitian Miyayo et al. (2021), bahwa peningkatan kelembapan dapat meningkatkan kejadian pneumonia. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang kuat dan signifikan antara kelembapan dengan kejadian pneumonia, baik pneumonia akut maupun tidak akut (Miyayo et al., 2021). Penelitian lainnya oleh Huh et al. (2020), Khan et al. (2025), dan Şahin et al. (2021), ketiganya juga berpendapat bahwa kelembapan memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia.

Curah Hujan

Harnani et al. (2022), dalam studinya menerangkan bahwa tidak ada hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia. Namun secara teori, curah hujan yang cukup tinggi menyebabkan udara semakin rendah dan meningkatkan kelembapan udara yang tinggi, kondisi ini menyebabkan mikroorganisme lebih cepat berkembang (Harnani et al., 2022). Kondisi ini juga diteliti oleh Ekasari et al. (2022) di Jakarta Pusat, dimana korelasi antara curah hujan dan kejadian pneumonia ini tidak ada hubungan yang signifikan. Walaupun demikian, tren data yang dikumpulkan menunjukkan adanya pola kecenderungan yang positif dimana frekuensi kejadian pneumonia meningkat seiring dengan peningkatan curah hujan (Ekasari et al., 2022). Hasil studi dari Miyayo et al. (2021), mengemukakan bahwa curah hujan dapat memengaruhi transmisi dan aktivitas virus di udara ambien. Walaupun demikian, hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia (Miyayo et al., 2021).

Hal ini dapat disebabkan karena adanya variasi spasial dari letak geografis dari lokasi penelitian. Tidak adanya hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia juga ditemukan oleh Oluwatimilehin et al. (2022) dalam studinya yang dilakukan di Nigeria. Sejalan pula dengan hasil studi oleh Kapwata et al. (2021) yang dilakukan di Afrika Selatan, bahwa tidak ada hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia. Namun penelitiannya menunjukkan pneumonia musiman dapat disebabkan karena aktivitas manusia, variabilitas sistem kekebalan tubuh, atau efek pertahanan tubuh saat udara dingin agar tidak terjadi infeksi (Kapwata et al., 2021). Hasil studi oleh Khan et al. (2025) dan Ehsanul Huq et al. (2021) kontradiktif dengan peneliti sebelumnya. Mereka mengemukakan bahwa terdapat hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia. Setiap ada penurunan rata-rata curah hujan sebesar 1 mm, maka kejadian rawat inap akibat pneumonia akan meningkat sebesar 2% dan dapat memperpanjang lama waktu rawat inap (Ehsanul Huq et al., 2021). Sedangkan, penelitian oleh Khan et al. (2025) di Jerman menemukan bahwa curah hujan yang ekstrim dapat meningkatkan kejadian rawat inap akibat pneumonia secara tiba-tiba. Hal ini disebabkan karena tubuh manusia tidak bisa beradaptasi secara langsung pada perubahan cuaca yang tiba-tiba, perubahan cuaca ini menyebabkan masalah kesehatan pada manusia.

KESIMPULAN

Pneumonia merupakan penyakit infeksi paru-paru yang masih menjadi penyebab utama kematian balita, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Pneumonia dapat disebabkan karena faktor intrinsik dan ekstrinsik salah satunya yakni perubahan iklim. Perubahan iklim dapat menciptakan kondisi ideal bagi mikroorganisme penyebab pneumonia untuk menyebar dan menginfeksi. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa suhu memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia. Dari hasil telaah, banyak peneliti berpendapat bahwa suhu yang rendah lebih memiliki hubungan yang kuat dengan kejadian pneumonia dibandingkan dengan suhu tinggi. Semakin rendah suhu di suatu wilayah maka semakin tinggi kejadian pneumonia di wilayah tersebut. Hal ini didukung dengan banyak tren data menunjukkan bahwa kejadian pneumonia meningkat saat musim dingin.

Mayoritas studi juga menunjukkan bahwa variabel kelembapan memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia. Meskipun infeksi pneumonia dapat disebabkan karena faktor lain seperti kondisi lingkungan dan pemberian intervensi kesehatan, namun berdasarkan hasil telaah, terdapat temuan bahwa peningkatan kelembapan dapat memperbesar risiko infeksi, angka kesakitan, dan rawat inap akibat pneumonia. Sebagian besar studi tidak menunjukkan hubungan antara curah hujan dengan kejadian pneumonia. Namun, beberapa tren data menunjukkan bahwa terdapat pola dimana peningkatan curah hujan dapat memengaruhi kelembapan sehingga mendukung bakteri dan virus penyebab pneumonia untuk bertumbuh.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, sebaiknya setiap orang khususnya orang yang memiliki komorbid yang lebih beresiko terkena pneumonia dapat menjaga kekebalan tubuhnya dengan mendapatkan intervensi kesehatan yang dapat mencegah pneumonia, sehingga jika terjadi perubahan iklim, tubuh dapat beradaptasi dengan cepat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada seluruh pihak dan rekan-rekan yang telah mendukung dalam kelancaran penelitian ini serta turut memberikan masukan dalam proses penyusunan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyari, J. (2025). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita. *Jurnal Keperawatan*, 13(1), 85–93.
- Bahri, Raharjo, M., & Suhartono. (2021). Dampak Polusi Udara Dalam Ruangan Pada Kejadian Kasus Pneumonia: Sebuah Review. *LINK*, 17(2), 99–104. <https://doi.org/10.31983/link.v17i2.6833>
- Budihardjo, S. N., & Suryawan, I. W. B. (2020). Faktor-Faktor Resiko Kejadian Pneumonia Pada Pasien Pneumonia Usia 12-59 Bulan di RSUD Wangaya. *Intisari Sains Medis*, 11(1), 398–404. <https://doi.org/10.15562/ISM.V11I1.645>
- Ehsanul Huq, K. A. T. M., Moriyama, M., Matsuyama, R., Rahman, M. M., Kawano, R., Chisti, M. J., Tariqujaman, M., & Alam, N. H. (2021). *Association of Socio-Demographic And Climatic Factors With The Duration of Hospital stay of Under-Five Children With Severe Pneumonia in Urban Bangladesh: An Observational Study*. *Children*, 8(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/children8111036>
- Ekasari, R., Radia, U., Sinjai, S., Abil Hasan Rivai, A., & Noviana, N. (2022). Faktor Iklim Dengan Kejadian Pneumonia Di Kota Jakarta Pusat Periode 2016-2020. *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 19(2), 211–218. <https://doi.org/10.31964/jkl.v19i2.485>
- Faturohman, Hidayanto, L., & Fahrurroji, M. (2024). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Hak Pada Manusia. *Terang: Jurnal Kajian Ilmu Sosial, Politik Dan Hukum*, 1(3), 01–08. <https://doi.org/10.62383/terang.v1i3.346>
- Feng, Y., Xu, Z., Zahid Hossain, M., Chang, J., Su, H., Hu, J., Wang, X., Zheng, H., Wang, N., Fan, Y., Song, J., Tong, S., & Cheng, J. (2024). *Impact of Hot and Cold Nights On Pneumonia Hospitalisations in Children Under Five Years: Evidence From Low-, Middle-, and High-Income Countries*. *Environment International*, 192(2024), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109041>
- Harnani, Y., Hamidy, R., Sukendi, S., & Afandi, D. (2022). Pengaruh Musim Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita di Kabupaten Pelalawan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1), 39–44. <https://doi.org/10.31258/dli.9.1.p.39-44>
- Hasalia, A., Noerjoedianto, D., & Damris, M. (2025). Faktor-Faktor Lingkungan Fisik Rumah Yang Berpengaruh Terhadap Kejadian Pneumonia Balita di Puskesmas Kota Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 8(1), 34–51. <https://doi.org/10.22437/jpb.v8i1.40047>
- Hazainudin, G., Sari, D., & Joegijantoro, R. (2023). Analisis Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok Terhadap Kasus Pneumonia Pada Balita di Pamekasan. *Jurnal EnviScience*, 7(1), 95–105. <http://jurnalkesehatan.uniska.ac.id/index.php/jev/index-95>
- Hossain, M. Z., Tong, S., Bambrick, H., Khan, A. F., Hore, S. K., & Hu, W. (2020). *Weather Factors, PCV iItervention and Childhood Pneumonia in Rural Bangladesh*. *International Journal of Biometeorology*, 64(4), 561–569. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01842-7>

- Huh, K., Hong, J., & Jung, J. (2020). *Association of Meteorological Factors and Atmospheric Particulate Matter with The Incidence of Pneumonia: An Ecological Study*. *Clinical Microbiology and Infection*, 26(12), 1676–1683. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.03.006>
- Kapwata, T., Wright, C. Y., du Preez, D. J., Kunene, Z., Mathee, A., Ikeda, T., Landman, W., Maharaj, R., Sweijd, N., Minakawa, N., & Blesic, S. (2021). *Exploring Rural Hospital Admissions for Diarrhoeal Disease, Malaria, Pneumonia, and Asthma in Relation to Temperature, Rainfall and Air Pollution Using Wavelet Transform Analysis*. *Science of the Total Environment*, 791(2021), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148307>
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2023*.
- Khan, S. A., Brenner, T., Link, A. C., Reudenbach, C., Bendix, J., Weckler, B. C., Kutzinski, M., Rupp, J., Witzenrath, M., Rohde, G., Pletz, M. W., Bertrams, W., & Schmeck, B. (2025). *Impact of Absolute Values and Changes in Meteorological and Air Quality Conditions on Community-Acquired Pneumonia in Germany*. *International Journal of Biometeorology*, 69(3), 695–702. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02839-7>
- Kusparlina, E. P., & Wasito, E. (2022). Faktor Intrinsik dan Extrinsik Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia. *Global Health Science*, 7(4), 149–155. <https://doi.org/10.33846/ghs7401>
- Kusumo, G. P., Heriyani, F., & Hidayah, N. (2021). Literature Review: Hubungan Kelembaban Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Pabrik. *Homeostasis*, 4(1), 127–132.
- Laliyanto, L., Nurjazuli, N., & Suhartono, S. (2023). Pengaruh Faktor Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Balita. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Bandung*, 15(2), 343–352. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v15i2.2225>
- Melo, R. H., & Rahmadani, N. A. (2022). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 1(1), 40–45. <https://doi.org/10.34312/geojpg.v1i1.26522>
- Miyayo, S. F., Owili, P. O., Muga, M. A., & Lin, T. H. (2021). *Analysis of Pneumonia Occurrence In Relation To Climate Change In Tanga, Tanzania*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094731>
- Nick, L. M., Nedel, A. S., Alonso, M. F., Marques, J. Q., & de Freitas, R. A. P. (2022). *Relationship Between Meteorological Variables and Pneumonia in Children in The Metropolitan Region of Porto Alegre, Brazil*. *International Journal of Biometeorology*, 66(11), 2301–2308. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02357-4>
- Oluwatimilehin, I. A., Akerele, J. O., Oladeji, T. A., Omogbehin, M. H., & Atai, G. (2022). *Assessment of The Impact of Climate Change on The Occurrences of Malaria, Pneumonia, Meningitis, and Cholera in Lokoja City, Nigeria*. *Regional Sustainability*, 3(4), 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2022.11.007>
- Pedder, H., Kapwata, T., Howard, G., Naidoo, R. N., Kunene, Z., Morris, R. W., Mathee, A., & Wright, C. Y. (2021). *Lagged Association Between Climate Variables and Hospital Admissions For Pneumonia In South Africa*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126191>
- Şahin, E., Akinci Özyürek, B., & Dulkadir, B. (2021). *Do Meteorological Changes and Air Pollution Increase The Risk of Pneumonia?* *Tüberkuloz ve Toraks*, 69(1), 21–29. <https://doi.org/10.5578/tt.20219903>
- Sary, N., Kusumastuti, I., & Sugesti, R. (2024). Hubungan Pengetahuan Ibu, Sikap, Lingkungan Fisik dan Peran Bidan Dengan Perilaku Ibu Dalam Pencegahan Pneumonia Pada Balita ISPA di Klinik Kita Depok Jawa Barat Tahun 2023. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 3(9), 4257–4271.

- Sobihannur, R. P., Noerjoedianto, D., Rahmat, A. A., Rini, W. N. E., & S, O. L. (2025). Determinan Kejadian Pneumonia pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas Paal V Kota Jambi Tahun 2024. *PubHealth Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(4), 72–81. <https://doi.org/10.56211/pubhealth.v3i4.802>
- Susilawati. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *E-SEHAD*, 1(2), 25–31.
- Tasci, S. S., Kavalci, C., & Kayipmaz, A. E. (2018). *Relationship of Meteorological and Air Pollution Parameters with Pneumonia in Elderly Patients*. *Emergency Medicine International*, 2018, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2018/4183203>
- Wang, Z. B., Ren, L., Lu, Q. Bin, Zhang, X. A., Miao, D., Hu, Y. Y., Dai, K., Li, H., Luo, Z. X., Fang, L. Q., Liu, E. M., & Liu, W. (2021). *The Impact of Weather and Air Pollution on Viral Infection and Disease Outcome Among Pediatric Pneumonia Patients in Chongqing, China, From 2009 to 2018: A Prospective Observational Study*. *Clinical Infectious Diseases*, 73(2), 513–522. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa997>