



Hubungan perubahan iklim (suhu udara, curah hujan, dan kelembapan) terhadap kejadian ISPA: Tinjauan literatur

Rekyanisa Pramudita¹, Ernyasih²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Jakarta

email: rekyanisapramudita031102@gmail.com

Info Artikel :

Diterima :
10 Juni 2025
Disetujui :
2 Juli 2025
Dipublikasikan :
25 Juli 2025

ABSTRAK

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat, khususnya di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Perubahan iklim yang ditandai dengan fluktuasi suhu udara, curah hujan, dan kelembapan udara telah diidentifikasi sebagai faktor lingkungan yang dapat memengaruhi kejadian ISPA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meninjau literatur terkait hubungan antara perubahan unsur iklim terhadap kejadian ISPA di berbagai wilayah, khususnya di daerah tropis. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menyeleksi artikel dari berbagai database ilmiah yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir (2020-2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu udara ekstrem (baik panas maupun dingin) dapat meningkatkan risiko ISPA, kelembapan tinggi berkontribusi terhadap pertumbuhan mikroorganisme penyebab infeksi, dan curah hujan memengaruhi kondisi lingkungan yang memperburuk kualitas udara dalam ruangan. Namun, hubungan antara unsur-unsur iklim tersebut dengan kejadian ISPA bersifat kompleks dan bervariasi antar lokasi, tergantung pada kondisi geografis, lingkungan fisik rumah, serta perilaku masyarakat. Studi ini memberikan wawasan penting bagi upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim dalam konteks pengendalian ISPA yang berbasis lokal.

Kata kunci: Perubahan Iklim, ISPA, Suhu Udara, Curah Hujan, Kelembapan

ABSTRACT

Acute Respiratory Infection (ARI) is one of the infectious diseases that is still a public health problem, especially in developing countries such as Indonesia. Climate change characterized by fluctuations in air temperature, rainfall, and humidity has been identified as an environmental factor that can influence the occurrence of ARI. The purpose of this study was to review the literature related to the relationship between changes in climate elements and the incidence of ARI in various regions, especially in tropical areas. The method used was a literature study by selecting articles from various scientific databases published in the last five years (2020-2024). The results of the study showed that extreme air temperatures (both hot and cold) can increase the risk of ARI, high humidity contributes to the growth of microorganisms that cause infection, and rainfall affects environmental conditions that improve indoor air quality. However, the relationship between these climate elements and the incidence of ARI is complex and varies between locations, depending on geographic conditions, the physical environment of the house, and community behavior. This study provides important insights for climate change mitigation and adaptation efforts in the context of locally-based ARI control.

Keywords : Climate Change, ARI, Air Temperature, Rainfall, Humidity



©2025 Rekyanisa Pramudita, Ernyasih. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah berkembang menjadi masalah global yang memengaruhi banyak hal, terutama Kesehatan (Susilawati, 2021). Perubahan iklim dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat karena dapat mempengaruhi penyebaran penyakit melalui vektor, air, dan makanan. Terbukti bahwa perubahan iklim seperti suhu udara, kelembapan, dan curah hujan memengaruhi keseimbangan antara lingkungan, patogen, dan pejamu (Dirjen Yankes, 2022a).

Infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dapat meningkat sebagai akibat dari peningkatan suhu udara, yang dapat mengubah cara patogen menyebar (Urrutia-pereira & Sol, 2025). Selain itu, kelembapan yang tinggi memiliki potensi untuk memperburuk kesehatan pernapasan karena meningkatkan jumlah patogen dan alergen yang ada di udara (Seok et al., 2024). Selain itu, curah hujan yang sangat tinggi menyebabkan peningkatan kasus ISPA karena menciptakan kondisi lembap yang ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme (Quesado et al., 2023).

Perubahan iklim berdampak pada kesehatan melalui penurunan kualitas lingkungan seperti air, udara, dan makanan, serta paparan cuaca ekstrem (Nur Amalia et al., 2024). Ini juga berdampak pada kemampuan sistem layanan kesehatan (Dirjen Yankes, 2024).

Laporan IPCC yang dirilis pada tahun 2013 menekankan bahwa perubahan iklim sudah mengakibatkan dampak nyata, terlihat dari kenaikan suhu bumi sebesar 0,8°C dalam satu abad terakhir. Data dari IPCC pada tahun 2014 menunjukkan bahwa suhu permukaan bumi telah meningkat sebesar 0,85°C dalam lebih dari satu setengah abad terakhir. Tiga puluh tahun terakhir tercatat sebagai periode yang paling panas jika dibandingkan dengan dekade sebelumnya (Legionosuko et al., 2020). Ini menandakan bahwa sistem iklim telah berubah dan memberikan pengaruh pada kesehatan manusia (Susilawati, 2021).

ISPA masih merupakan penyakit yang utama menyebabkan kesakitan dan kematian, terutama di kalangan anak-anak kecil. Program nasional untuk mengendalikan ISPA lebih memfokuskan perhatian pada pneumonia karena merupakan penyebab utama kematian pada anak-anak (Kemenkes RI, 2023b). WHO mencatat bahwa pneumonia menyumbang 14% dari total kematian balita di seluruh dunia pada tahun 2019 (WHO, 2022). Menurut RISKESDAS 2018, prevalensi pneumonia di kalangan balita adalah 2% (berdasarkan diagnosis dari tenaga kesehatan) dan 4% (berdasarkan diagnosis dan gejala yang muncul). Profil Kesehatan 2022 juga menginformasikan bahwa pneumonia adalah penyebab utama kematian pada kelompok usia post-neonatal (15,3%) dan pada balita berusia 12–59 bulan (12,5%) (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Menurut WHO, ISPA adalah penyakit menular yang berkaitan dengan saluran pernapasan dan dipengaruhi oleh patogen, faktor penjamu, dan kondisi lingkungan (Reja et al., 2022). Faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan ventilasi rumah dapat memperburuk penyebaran ISPA. Kondisi tempat tinggal yang tidak sehat dapat menjadi sarana penyebaran berbagai infeksi saluran pernapasan (Sartika & Wahyuni, 2021).

ISPA merupakan salah satu dari sepuluh penyakit yang paling berdampak pada bayi dan anak-anak di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Anak di usia balita bisa mengalami antara 3 hingga 6 kali serangan infeksi saluran pernapasan akut setiap tahunnya (Dirjen Yankes, 2022b). WHO menaksir bahwa ISPA memberikan kontribusi sebesar 6% terhadap beban penyakit di seluruh dunia. Setiap tahunnya, lebih dari 12 juta kasus ISPA pada anak-anak di bawah lima tahun terdaftar di sejumlah pusat kesehatan (Ilmaskal et al., 2023).

Data nasional menunjukkan bahwa ISPA terus meningkat, terutama di DKI Jakarta (46,0%), Banten (45,7%), Papua Barat (44,3%), dan Jawa Timur (42,9%). Di Kalimantan Selatan, tingkat prevalensi ISPA adalah 26,1% (Anisa et al., 2022). Pada tahun 2018, frekuensi ISPA per 1.000 bayi balita ialah 20,06% (Lestari & Barkah, 2023). Di tahun 2021, ISPA pada anak balita mencapai angka 31,4%, dengan Tingkat kematian nasional sebesar 0,16% (Anggraini et al., 2023). Pemerintah menetapkan sasaran untuk mengurangi angka kematian anak yang disebabkan oleh pneumonia menjadi di bawah 25 per 1.000 kelahiran hidup (Kemenkes RI, 2023a).

ISPA adalah infeksi yang muncul secara tiba-tiba dan dapat mempengaruhi area saluran pernapasan, mulai dari hidung hingga ke alveoli, serta jaringan sekitarnya, seperti sinus dan pleura (Gobel et al., 2021). Kondisi ini sering dijumpai pada anak-anak dan dapat berpotensi berkembang menjadi pneumonia yang sangat berbahaya (Sartika & Wahyuni, 2021). Frekuensi kejadian ISPA dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti agen penyebab, karakteristik individu (usia, status imunisasi, pendidikan orang tua), serta kondisi lingkungan (Haryani & Misniarti, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, terlihat bahwa kejadian ISPA sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama unsur-unsur iklim seperti suhu udara, curah hujan, dan kelembapan. Oleh karena itu, penting dilakukan tinjauan literatur mengenai hubungan antara perubahan iklim dan kejadian ISPA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur (*literature review*) untuk menelusuri hubungan antara variabel-variabel perubahan iklim seperti suhu udara, curah hujan, dan kelembapan dengan kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Sumber-sumber literatur dikumpulkan dari berbagai platform resmi dan basis data ilmiah, termasuk Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed.

Dalam proses pencarian, digunakan kata kunci dalam bahasa Indonesia dan Inggris, seperti: "perubahan iklim", "ISPA", "suhu udara", "curah hujan", "kelembapan udara", serta "*climate change*", "*respiratory infections*", "*temperature*", "*rainfall*", dan "*humidity*".

Kriteria inklusi dalam studi ini mencakup artikel yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir (2020-2024), tersedia secara terbuka (*open access*), membahas keterkaitan antara faktor iklim dan kejadian ISPA, dilakukan di wilayah tropis atau daerah dengan karakteristik iklim serupa dengan Indonesia, serta memuat data kuantitatif atau hasil empiris. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan dengan topik utama atau tidak membahas ISPA secara langsung, artikel yang tidak dapat diakses penuh karena berbayar, serta artikel review yang tidak menyajikan analisis maupun kesimpulan yang jelas. Dari hasil penelusuran awal diperoleh 25 artikel yang relevan. Namun, setelah disaring berdasarkan kriteria tersebut, hanya 15 artikel yang dianggap memenuhi syarat dan dianalisis lebih lanjut dalam kajian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses pencarian literatur, telah dipilih 15 judul yang dianggap paling relevan dengan tujuan penelitian. Artikel-artikel tersebut diperoleh dari sumber seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed. Hasil pencarian literatur tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Perubahan Iklim (Suhu Udara, Curah Hujan, dan Kelembapan) terhadap Kejadian ISPA dari Berbagai Penelitian

No	Nama Penulis / Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Hadrianti Lasari, Laily Khairiyati, Rudi Fakhriadi, Noor Ahda Fadillah (2020)	Hubungan suhu, curah hujan, kelembapan udara, dan kecepatan angin dengan kejadian ISPA di Kota Banjarmasin selama 2012 – 2016	Hasil studi ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara curah hujan $p = 0,325$ ($p > 0,05$), suhu $p = 0,446$ ($p > 0,05$), kelembapan $p = 0,653$ ($p > 0,05$), dan kecepatan angin $p = 0,307$ ($p > 0,05$) dengan kasus ISPA di Kota Banjarmasin pada tahun 2012-2016 (Lasari et al., 2020).
2.	Ernawati, Eny Dwimawati, Siti Khodijah Parinduri (2022)	Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA pada Anak Usia Dibawah Lima Tahun di Puskesmas Lebakwangi Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor	Hasil dari studi ini mengungkapkan bahwa suhu dan kelembapan udara berkaitan dengan terjadinya ISPA, sementara faktor pencahayaan tidak menunjukkan kaitan dengan kejadian ISPA. Uji Chi-Square menghasilkan p value = 0,032 pada tingkat α (0,05), sedangkan untuk pencahayaan, p value = 1,000 yang lebih besar dari α (0,05), artinya tidak ada hubungan antara kelembapan serta pencahayaan di kamar tidur anak dengan kejadian ISPA di Kecamatan Cigudeg, wilayah kerja Puskesmas Lebakwangi. (Ernawati et al., 2022).
3.	Novita Sekarwati, Subagiyono, Patria Asda (2021)	Pengaruh Kondisi Lingkungan Rumah dengan Kejadian Penyakit ISPA pada Balita di Puskesmas Kalasan Sleman Kabupaten Yogyakarta	Hasil dari studi ini mengindikasikan bahwa terdapat hubungan antara suhu lingkungan tempat tinggal dan jumlah kasus ISPA pada anak-anak di Puskesmas Kalasan, dengan level signifikansi $p = 0,045$. Sebaliknya, tidak ada pengaruh kelembapan ($p = 0,321$) dan pencahayaan ($p = 0,301$) rumah dengan kejadian ISPA. Sebagian besar rumah memenuhi syarat suhu (68,8%), kelembapan (87,5%), dan pencahayaan (57,8%). Suhu yang tidak memenuhi standar dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri penyebab ISPA. Sementara pencahayaan dan kelembapan dipengaruhi oleh kebiasaan membuka jendela dan kondisi fisik rumah, namun tidak terbukti berpengaruh secara

No	Nama Penulis / Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			statistik terhadap kejadian ISPA (Sekarwati et al., 2021).
4.	Sri Slamet Mulyati, Redi Yudha Iriantoi, Nurul Hidayah (2024)	Faktor-faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA di Peremukiman Sekitar Bandara	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, pencahayaan alami, kepadatan hunian, dan ventilasi tidak berhubungan dengan kejadian ISPA penduduk sekitar bandara ($p\text{-value} > 0,05$). Kejadian ISPA di wilayah buffer Bandara X sebesar 26,7%. Sebanyak 65% responden termasuk kategori kurang tingkat pengetahuannya terkait ISPA, 25% responden termasuk kategori kurang baik perilakunya dalam upaya pencegahan faktor risiko, dan 44% responden termasuk kategori kurang dalam hal sarana-prasarana yang dapat menjadi faktor protektif (Mulyati et al., 2024).
5.	Andi Ruhban, Nur Ilmi Sahrin, Ni Luh Astri Indraswar (2023)	Hubungan Antara Kondisi Fisik Rumah Dan Perilaku Penghuni Dengan Kejadian ISPA Di Desa Balla, Kecamatan Bajo, Kabupaten Luwu (<i>The Relationship Between the Physical Condition of Houses and Occupant Behavior with the Incidence of ARI in the Balla Village, Bajo Subdistrict, Luwu Regency</i>)	Hasil studi ini mengungkapkan bahwa kelembapan dan kepadatan hunian terdapat hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA, masing-masing dengan nilai $p = 0,026$ ($p < 0,05$) dan $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Sedangkan suhu $p = 0,235$ ($p < 0,05$), kebiasaan merokok $p = 0,557$ ($p < 0,05$), dan penggunaan obat nyamuk $p = 0,471$ ($p < 0,05$) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di Desa Balla, Kecamatan Bajo, Kabupaten Luwu (Ruhban et al., 2023).
6.	Hyewon Lee, and Hee-Young Yoon (2024)	<i>Impact of ambient temperature on respiratory disease: a case-crossover study in Seoul</i> (Dampak suhu lingkungan terhadap penyakit pernapasan: studi kasus-silang di Seoul)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu dingin (MaxRT: $-9,0^{\circ}\text{C}$) mengakibatkan peningkatan 2,68 kali lipat (RR=2,68, 95% CI=2,26–3,14) dalam kunjungan UGD untuk penyakit pernapasan total, sementara suhu panas (MaxRT: $29,4^{\circ}\text{C}$) menyebabkan peningkatan 1,26 kali lipat (RR=1,26, 95% CI=1,11–1,42) dibandingkan dengan MinRT ($24,8^{\circ}\text{C}$). Suhu dingin meningkatkan risiko sebagian besar penyakit pernapasan, kecuali penyakit paru interstisial, sedangkan suhu panas meningkatkan kunjungan UGD untuk infeksi saluran pernapasan atas akut dan influenza. Suhu dingin meningkatkan kunjungan UGD untuk semua kelompok usia, terutama mereka yang berusia 18–64 (RR=3,54, 95% CI=2,90–4,33), sementara suhu panas secara signifikan memengaruhi mereka yang berusia <18 (RR=1,45, 95% CI=1,27–1,66). Tingkat risikonya serupa pada pria dan wanita, terlepas dari suhu panas dan dingin (Lee & Yoon, 2024).
7.	Quesado EML, Souza TMO, Venancio LPR (2023)	Effects of climate variability on respiratory diseases in the Western Region of Bahia, Brazil (Dampak variabilitas iklim terhadap penyakit pernapasan di Wilayah Barat Bahia, Brasil)	Hasil dari studi ini mengungkapkan bahwa selama periode yang diteliti, terdapat 536.195 pasien rawat inap di wilayah tersebut, dengan penyakit pernapasan mencapai 17,1% dari total jumlah pasien yang dirawat. Secara khusus, 40% pasien rawat inap akibat penyakit pernapasan terjadi pada anak-anak berusia 0-9 tahun. Kondisi pernapasan yang paling umum adalah pneumonia dan asma,

No	Nama Penulis / Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			yang secara bersama-sama mencapai 73% dari semua pasien rawat inap akibat penyakit pernapasan. Korelasi negatif yang signifikan diamati antara penyakit pernapasan dan curah hujan ($r = -0,70$, $P = 0,011$) (Quesado et al., 2023).
8.	Seok J, Lee BY, Yoon HY (2024)	<i>Association between humidity and respiratory health: KNHANES Korea 2016–2018</i> (Hubungan antara kelembaban dan kesehatan pernapasan: KNHANES Korea 2016–2018)	Hasil studi ini mengungkapkan bahwa kelembaban relatif (RH) memiliki hubungan negatif dengan rasio FEV1/FVC dalam paparan jangka pendek, menengah, dan panjang, sedangkan FVC menunjukkan hubungan positif dengan RH, terutama dalam paparan jangka panjang. Selain itu, paparan RH jangka menengah menurunkan risiko batuk kronis (OR: 0.968, CI 95%: 0.948–0.987) dan produksi dahak (OR: 0.985, CI 95%: 0.969–1.001). Namun, RH yang lebih tinggi berkaitan dengan meningkatnya risiko penyakit paru obstruktif, sementara paparan RH jangka panjang menurunkan risiko penyakit paru restriktif (OR pada MA 4 tahun: 0.978, CI 95%: 0.959–0.997) (Seok et al., 2024).
9.	Inayatullah, Pratiwi Hermiyanti, Ernita Sari (2021)	Faktor Risiko Sanitasi Rumah Terjadinya Penyakit Ispa Di Desa Modopuro Kabupaten Mojokerto Tahun 2021	Hasil dari studi ini mengindikasikan bahwa faktor suhu tidak memiliki kaitan dengan terjadinya ISPA ($p = 0,547$). Namun, faktor kelembaban udara ($p = 0,023$), kepadatan penduduk ($p = 0,000$), sirkulasi udara ($p = 0,001$), cahaya ($p = 0,006$), jenis lantai ($p = 0,023$), jenis dinding ($p = 0,000$), serta kondisi sanitasi rumah ($p = 0,000$) mempunyai hubungan dengan terjadinya ISPA di Desa Modopuro (Hermiyanti & Sari, 2021).
10.	Ade Rezeki Bungsu, Meilya Farika Indah, Nuning Irnawulan Ishak (2020)	Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah Dan Kebiasaan Merokok Keluarga Dengan Kejadian Ispa Pada Balita Di Desa Terantang Kecamatan Mandastana Kabupaten Barito Kuala	Hasil dari studi ini mengindikasikan bahwa terdapat keterkaitan antara intensitas cahaya ($p = 0,026$), ukuran ventilasi ($p = 0,002$), tingkat kepadatan penghuni ($p = 0,001$), serta kebiasaan merokok di dalam keluarga ($p = 0,000$) dengan munculnya ISPA pada anak balita. Di sisi lain, tidak ditemukan hubungan antara temperatur ($p = 1,000$) dan tingkat kelembaban ($p = 0,821$) dengan kejadian ISPA (Bungsu et al., 2020).
11.	Rita Kristina Pasaribu, Heru Santosa, Nurmaini (2021)	Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (Isipa) Pada Balita Di Daerah Pesisir Kota Sibolga Tahun 2020	Hasil dari studi ini mengungkapkan bahwa angka kejadian ISPA pada anak balita di kawasan pesisir Kota Sibolga mencapai 54,3%. Analisis bivariat mengindikasikan bahwa faktor-faktor yang berkaitan dengan kejadian ISPA meliputi kebiasaan merokok ($p = 0,003$), pemakaian obat nyamuk bakar ($p = 0,026$), kondisi lantai rumah ($p = 0,033$), kondisi dinding ($p = 0,002$), sirkulasi udara ($p = 0,012$), tingkat kepadatan hunian ($p = 0,011$), status gizi anak ($p = 0,001$), suplementasi vitamin A ($p = 0,024$), serta kelengkapan imunisasi ($p = 0,035$). Sementara itu, analisis multivariat menunjukkan bahwa kebiasaan merokok, kondisi dinding rumah, status gizi, dan tingkat kelengkapan imunisasi berkontribusi terhadap kejadian ISPA pada balita di kawasan pesisir Kota Sibolga dengan persentase sebesar 75,8% (Pasaribu et al., 2021).

No	Nama Penulis / Tahun	Judul	Hasil Penelitian
12.	Salma, Akhmad Fauzan, Septi Anggraeni (2020)	Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Ispa Pada Balita Di Wilayah Kerja Upt. Puskesmas Rawat Inap Berangas Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala Tahun 2020	Hasil penelitian ini didapatkan bahwa paling banyak yang terkena ISPA pada balita sebanyak 43 (58,9%) orang. Ada hubungan kepadatan hunian (p value = 0,020), ventilasi kamar (p value = 0,022), suhu kamar (p value = 0,037), anggota keluarga merokok (p value = 0,026), dengan kejadian ISPA pada balita (Salma et al., 2020).
13.	Freddy Junilantivo, Priyadi, Pitri Noviadi (2022)	Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian Penyakit Ispa Pada Balita Di Kota Palembang	Hasil studi ini mengungkapkan bahwa dari total 105 rumah, 50 di antaranya (47,6%) memiliki balita yang mengalami ISPA, sedangkan 55 rumah (52,4%) tidak memiliki penderita. Berdasarkan analisis yang dilakukan: ditemukan kepadatan hunian yang tidak sesuai di 61 rumah, dan dari jumlah itu, 34 rumah (45,3%) memiliki penderita ISPA. Pencahayaan tidak memenuhi syarat ditemukan pada 32 rumah, dan 19 rumah (59,4%) terdapat penderita ISPA. Suhu tidak memenuhi syarat terdapat pada 37 rumah, dan 23 rumah (62,3%) terdapat penderita ISPA. Kelembaban tidak memenuhi syarat pada 26 rumah, dan 21 rumah (80,8%) terdapat penderita ISPA. Ventilasi tidak memenuhi syarat pada 50 rumah, dan 31 rumah (62,0%) terdapat penderita ISPA. Laju ventilasi tidak memenuhi syarat pada 99 rumah, dan 48 rumah (48,5%) terdapat penderita ISPA (Junilantivo et al., 2022).
14.	Aulia Noviyanti Noor, Hansen (2020)	Hubungan Lingkungan Fisik dan Status Gizi dengan Kejadian ISPA Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sidomulyo Kota Samarinda	Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa terdapat keterkaitan antara kondisi gizi dan insiden ISPA pada anak balita, serta terdapat hubungan antara kepadatan tempat tinggal di kamar tidur dengan kejadian ISPA pada anak balita. Namun, tidak ditemukan hubungan antara suhu dan insiden ISPA pada anak balita di area kerja Puskesmas Sidomulyo Kota Samarinda (Noor & Hansen, 2020).
15.	M Kamali Zaman, Muhamadiyah, Winda Septiani (2022)	<i>Toodler ISPA in a Brick Environment</i> (Balita ISPA di Lingkungan Batu Bata).	Hasil studi ini menunjukkan bahwa variabel yang secara signifikan terkait dengan kejadian ISPA adalah ventilasi rumah dan kepadatan hunian, sedangkan kelembaban berperan sebagai variabel pengganggu. Rumah dengan ventilasi yang tidak sesuai memicu risiko ISPA pada balita hingga 16 kali lipat dibandingkan rumah dengan ventilasi yang sesuai, dan kepadatan hunian yang tidak memenuhi standar meningkatkan peluang terjadinya ISPA hingga 8 kali. Selain itu, pencahayaan juga memiliki hubungan dengan kejadian ISPA, di mana rumah dengan pencahayaan yang tidak memadai memiliki risiko 2,4 kali lebih besar mengalami ISPA. Di sisi lain, keberadaan debu dan kelembaban tidak menunjukkan hubungan dengan kejadian ISPA pada balita di Desa Candirejo (Zaman et al., 2022).

Hasil penelitian yang tercantum dalam tabel menunjukkan adanya keterkaitan antara variabel iklim dan kejadian ISPA di wilayah tropis dan sub-tropis, termasuk Indonesia serta negara-negara dengan kondisi iklim sejenis. Dari 15 artikel yang direview, hasilnya bervariasi yang mencerminkan

kompleksitas hubungan antara suhu udara, curah hujan, kelembapan, serta faktor lingkungan lainnya terhadap naik turunnya jumlah kasus ISPA.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa suhu udara dapat memengaruhi kejadian ISPA secara signifikan. Penelitian yang dilakukan oleh Sekarwati et al., (2021) mengungkapkan adanya kaitan antara ketidakcocokan suhu rumah dengan meningkatnya jumlah kasus ISPA di kalangan balita ($p = 0,045$). Hasil serupa ditemukan dalam penelitian di Korea oleh Lee & Yoon, (2024) yang melaporkan bahwa suhu ekstrem, baik dingin maupun panas, berkontribusi pada peningkatan kunjungan ke Unit Gawat Darurat (UGD) akibat penyakit pernapasan. Meskipun demikian, tidak semua penelitian sependapat. Riset yang dilakukan oleh Lasari et al., (2020) dan Inayatullah et al. (2021) mengungkapkan bahwa suhu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kejadian ISPA di wilayah studi mereka.

Dari aspek kelembapan, temuan penelitian menunjukkan hasil yang bervariasi. Studi Ruhban et al., (2023) menemukan adanya hubungan penting antara kelembapan dan kejadian ISPA ($p = 0,026$). Sebaliknya, studi oleh Bungsu et al., (2020) tidak menemukan keterkaitan antara kelembapan dengan ISPA ($p = 0,821$). Selain itu, penelitian Seok et al., (2024) mengungkapkan bahwa kelembapan memiliki hubungan yang kompleks terhadap fungsi paru-paru, baik dalam jangka pendek maupun panjang, dengan menunjukkan adanya hubungan positif maupun negatif tergantung pada indikator yang digunakan.

Meskipun curah hujan jarang dijelaskan secara langsung dalam sebagian besar penelitian, studi yang dilakukan oleh Quesado et al., (2023) di Brasil menunjukkan adanya korelasi negatif yang signifikan antara curah hujan dan penyakit pernapasan ($r = -0,70$, $p = 0,011$), yang mengindikasikan bahwa penurunan curah hujan cenderung berkaitan dengan meningkatnya kasus gangguan pernapasan.

Faktor-faktor lingkungan lainnya seperti sirkulasi udara di rumah, pencahayaan, dan tingkat kepadatan penduduk juga banyak dikaitkan dengan kejadian ISPA. Zaman et al., (2022) melaporkan bahwa hunian dengan ventilasi yang tidak memadai dan kepadatan penghuni yang tinggi memiliki risiko terkena ISPA masing-masing sebesar 16 dan 8 kali lipat lebih tinggi. Penemuan ini didukung oleh studi yang dilakukan Pasaribu et al., (2021) dan Junilantivo et al., (2022) yang mengungkapkan bahwa keadaan rumah yang tidak sesuai dengan kriteria layak huni (dalam hal ventilasi, suhu, kelembapan, dan pencahayaan) berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan kasus ISPA. Secara keseluruhan, hasil tinjauan ini menyoroti bahwa pengaruh unsur iklim terhadap kejadian ISPA bersifat kompleks dan tidak seragam di setiap wilayah. Suhu ekstrem, kelembapan tinggi, serta lingkungan tempat tinggal yang kurang layak merupakan faktor utama yang dapat meningkatkan risiko ISPA. Meski demikian, tidak semua komponen iklim menunjukkan hubungan yang konsisten, sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan konteks lokal dan aspek sosial ekonomi.

Pembahasan

Hubungan Suhu Udara terhadap Kejadian ISPA

Suhu udara adalah salah satu faktor penting dalam iklim yang memengaruhi kesehatan sistem pernapasan. Sejumlah penelitian yang dikaji dalam tinjauan ini mengungkapkan bahwa suhu ekstrem, baik yang sangat tinggi maupun sangat rendah, berkontribusi terhadap peningkatan kasus ISPA. Studi oleh Lee & Yoon, (2024) di Seoul mengindikasikan bahwa paparan suhu dingin (MaxRT: $-9,0^{\circ}\text{C}$) dapat meningkatkan risiko kunjungan ke UGD akibat gangguan pernapasan hingga 2,68 kali lipat. Sebaliknya, suhu panas juga memicu peningkatan risiko, namun dalam skala lebih kecil yakni sebesar 1,26 kali lipat. Temuan ini menegaskan bahwa tubuh manusia sangat peka terhadap perubahan suhu yang ekstrem, terutama bagi kelompok usia yang rentan seperti anak-anak dan orang lanjut usia.

Penelitian yang dilakukan di Indonesia juga mengungkapkan hasil yang sejalan, meskipun tidak semua hasilnya menunjukkan signifikansi secara statistik. Studi oleh Sekarwati et al., (2021) menemukan bahwa suhu dalam rumah memengaruhi frekuensi ISPA pada anak balita di area Puskesmas Kalasan, dengan nilai signifikansi $p = 0,045$. Suhu yang tidak sesuai standar dapat menjadi faktor pendukung berkembangnya mikroorganisme penyebab ISPA. Selain itu, penelitian oleh Ernawati et al., (2022) juga mengidentifikasi adanya hubungan yang signifikan antara suhu di kamar tidur dan kejadian ISPA pada balita, dengan nilai $p = 0,032$.

Meskipun demikian, beberapa studi memperlihatkan temuan yang berbeda. Penelitian oleh Lasari et al., (2020) di Banjarmasin dan Inayatullah et al. (2021) di Mojokerto tidak menemukan adanya hubungan yang penting antara suhu dan kejadian ISPA (masing-masing $p > 0,05$). Temuan ini

mengindikasikan bahwa faktor-faktor seperti perbedaan geografis, kemampuan adaptasi fisiologis masyarakat terhadap suhu setempat, dan kualitas tempat tinggal dapat memengaruhi hasil penelitian.

Secara keseluruhan, suhu ekstrem dapat berdampak negatif pada sistem kekebalan tubuh, mempercepat penularan virus, dan memperburuk masalah pernapasan, terutama pada kelompok yang rentan seperti anak-anak dan orang tua. Suhu yang tidak sesuai dengan standar kesehatan rumah ($<18^{\circ}\text{C}$ atau $>30^{\circ}\text{C}$) dapat meningkatkan risiko ISPA secara signifikan.

Hubungan Curah Hujan terhadap Kejadian ISPA

Curah hujan dapat menciptakan kondisi lembap yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme berbahaya penyebab ISPA. Studi oleh Quesado et al., (2023) di Brasil menemukan adanya korelasi negatif yang signifikan antara tingkat curah hujan dan angka kejadian penyakit pernapasan ($r = -0,70$, $p = 0,011$). Temuan ini menunjukkan bahwa saat curah hujan rendah, kasus penyakit pernapasan cenderung meningkat, kemungkinan karena udara menjadi lebih kering sehingga meningkatkan paparan terhadap debu dan alergen.

Meski demikian, sebagian besar penelitian dalam tinjauan ini justru tidak secara langsung meneliti hubungan curah hujan dengan ISPA. Hal ini menjadi keterbatasan yang perlu digarisbawahi. (Lasari et al., 2020) melaporkan bahwa tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara curah hujan dan kejadian ISPA di Banjarmasin ($p = 0,325$). Di sisi lain, sejumlah literatur internasional mengindikasikan bahwa musim hujan dengan kelembapan tinggi justru dapat memperburuk gangguan pernapasan akibat meningkatnya keberadaan jamur, bakteri, dan polutan dalam ruangan yang sulit dibersihkan.

Dengan demikian, meskipun hubungan langsung antara curah hujan dan ISPA belum menunjukkan konsistensi, faktor-faktor tidak langsung seperti peningkatan kelembapan di dalam rumah, memburuknya kualitas udara dalam ruangan, serta perubahan perilaku selama musim hujan (seperti tertutupnya ventilasi atau jendela) perlu diperhatikan sebagai mediator penting.

Hubungan Kelembapan terhadap Kejadian ISPA

Kelembapan udara berperan penting dalam menjaga keseimbangan sistem pernapasan manusia dan memengaruhi daya hidup serta penyebaran mikroorganisme patogen di udara. Dalam tinjauan ini, terdapat temuan yang mendukung dan yang menolak pengaruh kelembapan terhadap kejadian ISPA.

Penelitian oleh Ruhban et al., (2023) menemukan adanya korelasi yang penting antara kadar kelembapan udara dan frekuensi ISPA, dengan nilai p sebesar 0,026. Demikian pula dalam studi Inayatullah et al. (2021) di Mojokerto, yang mengungkapkan adanya hubungan signifikan tersebut dengan nilai p sebesar 0,023. Hasil-hasil ini mengindikasikan bahwa lingkungan dengan kelembapan tinggi dapat memperparah gangguan pernapasan, mendorong pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri, serta memicu reaksi alergi.

Namun demikian, tidak semua penelitian menemukan hubungan yang serupa. Penelitian oleh Bungsu et al., (2020) dan Lasari et al., (2020) menunjukkan bahwa kelembapan udara tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ISPA dengan nilai p masing-masing sebesar 0,821 dan 0,653. Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan dalam metode pengukuran kelembapan (misalnya pengukuran kelembapan ruangan vs lingkungan sekitar), serta interaksi faktor lain seperti kondisi ventilasi dan pencahayaan.

Penelitian internasional oleh Seok et al., (2024) menunjukkan bahwa kelembapan relatif (RH) memiliki dampak yang rumit terhadap kesehatan sistem pernapasan. Paparan RH tinggi dalam jangka panjang dapat mengurangi risiko batuk kronis dan produksi dahak, tetapi di sisi lain, justru dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit paru obstruktif. Temuan ini menegaskan bahwa hubungan antara kelembapan dan infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) tidak bersifat sederhana atau linear, melainkan dipengaruhi oleh lamanya paparan serta jenis penyakit pernapasan yang dialami.

Faktor Lingkungan Lain yang Berkontribusi terhadap ISPA

Selain iklim, berbagai karakteristik fisik rumah turut berkontribusi terhadap kejadian ISPA. Faktor seperti ventilasi, pencahayaan alami, dan tingkat kepadatan hunian telah diidentifikasi oleh banyak studi sebagai penyebab utama. Misalnya, penelitian oleh Zaman et al., (2022) menemukan bahwa kondisi ventilasi yang buruk dapat meningkatkan risiko ISPA hingga 16 kali. Sementara itu,

Junilantivo et al., (2022) melaporkan bahwa rumah dengan tingkat kelembapan tinggi dan ventilasi yang tidak memenuhi standar memiliki tingkat prevalensi ISPA yang lebih besar.

Selain aspek fisik bangunan, perilaku penghuni juga memiliki peran signifikan. Merokok di dalam rumah, penggunaan obat nyamuk bakar, serta tingginya kepadatan tempat tinggal ialah faktor yang dapat memperburuk kualitas udara dalam ruangan. Temuan ini menegaskan bahwa upaya pengendalian ISPA tidak dapat hanya difokuskan pada mitigasi perubahan iklim, tetapi juga harus mencakup perbaikan kondisi lingkungan mikro di tingkat rumah tangga.

KESIMPULAN

Perubahan iklim berkontribusi terhadap meningkatnya kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) melalui perubahan suhu, kelembapan, dan curah hujan yang memengaruhi kualitas lingkungan dan kesehatan pernapasan masyarakat. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat memperparah gejala ISPA, khususnya pada kelompok rentan seperti anak-anak dan orang lanjut usia. Kelembapan yang tinggi mendukung berkembangnya mikroorganisme di ruang tertutup, sementara curah hujan yang berlebihan atau musim kemarau dapat menciptakan kondisi lembap atau meningkatkan paparan debu.

Hasil penelitian yang ditinjau menunjukkan bahwa pengaruh unsur iklim terhadap kejadian ISPA bervariasi sesuai dengan kondisi geografis, lingkungan tempat tinggal, dan kebiasaan penghuni rumah. Oleh karena itu, strategi pencegahan ISPA harus disesuaikan dengan kondisi lokal dan dilaksanakan secara komprehensif, mencakup perbaikan kondisi fisik rumah, peningkatan sirkulasi udara, serta edukasi masyarakat untuk menghadapi dampak perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, W., Aisyah, S., & Afrika, E. (2023). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada Balita DI Puskesmas Kemalaraja Kabupaten Ogan Komering Ulu Tahun 2023. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 6(2), 205–213. <https://doi.org/10.30633/jsm.v6i2.2043>
- Anisa, R., Anggraeni, S., & Fauzan, A. (2022). Faktor Faktor yang Berhubungan dengan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Gambut tahun 2022. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2021–2023. <https://repository.uniska-bjm.ac.id/>
- Bungsu, A. R., Indah, M. F., & Ishak, N. I. (2020). Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok Keluarga dengan Kejadian ISPA pada Balita di Desa Terantang Kecamatan Mandastana Kabupaten Barito Kuala. *FKM Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari*.
- Dirjen Yankes. (2022a). *Dampak Perubahan Iklim Berpengaruh Terhadap Timbulnya Penyakit*. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/301/dampak-perubahan-iklim-berpengaruh-terhadap-timbulnya-penyakit
- Dirjen Yankes. (2022b). *Infeksi Saluran Pernapasan Atas (ISPA)*. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1792/infeksi-saluran-pernapasan-atas-ispa
- Dirjen Yankes. (2024). *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan*. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/3547/dampak-perubahan-iklim-terhadap-kesehatan
- Ernawati, E., Dwimawati, E., & Khodijah Parinduri, S. (2022). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Ispa Pada Anak Usia Dibawah Lima Tahun Di Puskesmas Lebakwangi Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor. *Promotor*, 5(5), 385–388. <https://doi.org/10.32832/pro.v5i5.8484>
- Gobel, B., Grace, D. K., & Afnal, A. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Ispa Pada Balita Di Desa Ratatotok Timur. *Jurnal KESMAS*, 10(5), 62–67.
- Haryani, S., & Misniarti, M. (2021). Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (Ispa) Di Provinsi Bengkulu. *Quality: Jurnal Kesehatan*, 15(2), 95–104. <https://doi.org/10.36082/qjk.v15i2.240>
- Hermiyanti, P., & Sari, E. (2021). Faktor Risiko Sanitasi Rumah Terjadinya Penyakit Ispa Di Desa

- Modopuro Kabupaten Mojokerto Tahun 2021. *Jurnal Hygiene Sanitasi*, 1(1), 1–7.
- Ilmaskal, R., Wati, L., Hamdanesti, R., & Rahmi, A. (2023). Insiden Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Pauh dan Faktor Determinannya. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Terpadu*, 3(1), 31–37. <https://doi.org/10.53579/jitkt.v3i1.83>
- Junilantivo, F., Priyadi, P., & Noviadi, P. (2022). Kondisi Fisik Rumah dengan Kejadian Penyakit Ispa pada Balita di Kota Palembang. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 2(2), 93–100. <https://doi.org/10.36086/jsl.v2i2.1416>
- Kemendes RI. (2023a). *Pemerintah Berkomitmen Turunkan Kasus Kematian Akibat Pneumonia*. <https://kemkes.go.id/id/rilis-kesehatan/pemerintah-berkomitmen-turunkan-kasus-kematian-akibat-pneumonia>
- Kemendes RI. (2023b). Rencana Aksi Program Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit. *Rencana AKSI Program P2P*, 86. <http://www.jikm.unsri.ac.id/index.php/jikm>
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Laporan Kinerja Direktorat Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Menular Tahun 2023. *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*, 1–119. <https://p2p.kemkes.go.id/wp-content/uploads/2024/04/Laporan-Kinerja-Setditjen-P2P-Tahun-2023-TTD.pdf>
- Lasari, H., Khairiyati, L., Fakhriadi, R., & Fadillah, N. A. (2020). Hubungan suhu, curah hujan, kelembaban udara, dan kecepatan angin dengan kejadian ISPA di Kota Banjarmasin selama 2012 – 2016. *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.22435/jhecdis.v6i1.2588>
- Lee, H., & Yoon, H. Y. (2024). Impact of ambient temperature on respiratory disease: a case-crossover study in Seoul. *Respiratory Research*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12931-024-02699-0>
- Legionosuko, T., Madjid, M. A., Asmoro, N., & Samudro, E. G. (2020). Posisi dan Strategi Indonesia dalam Menghadapi Perubahan Iklim guna Mendukung Ketahanan Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 25(3), 295. <https://doi.org/10.22146/jkn.50907>
- Lestari, S., & Barkah, A. (2023). Hubungan tingkat pengetahuan ibu tentang ISPA dengan kejadian ISPA pada balita. *Jurnal Keperawatan PPNI Jawa Barat*, 1(1), 43–54. http://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detail_koleksi/0/SKR/judul/0000000000101925/0
- Mulyati, S. S., Iriantoi, R. Y., & Hidayah, N. (2024). Faktor-faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian ISPA di Permukiman Sekitar Bandara. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(1), 67–72. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.1.67-72>
- Noor, A. N., & Hansen, H. (2020). Hubungan Lingkungan Fisik dan Status Gizi dengan Kejadian ISPA Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sidoumylo Kota Samarinda. *Borneo Student Research (BSR)*, 1(3), 1960–1965.
- Nur Amalia, R., Windusari, Y., Sari, N., Alam Fajar, N., & Rahmiwati, A. (2024). Strategi Promosi Kesehatan dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim bagi Kesehatan Masyarakat: Systematic Literature Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 7(1), 51–57. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i1.4346>
- Pasaribu, R. K., Santosa, H., & Nurmaini. (2021). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Pada Balita Di Daerah Pesisir Kota Sibolga Tahun 2020*. 3(6), 1–23.
- Quesado, E. M. L., Souza, T. M. O., & Venancio, L. P. R. (2023). Effects of climate variability on respiratory diseases in the Western Region of Bahia, Brazil. *Public Health*, 222, 1–6. <https://doi.org/10.1016/J.PUHE.2023.06.030>
- Reja, M., Nababan, D., Silitonga, E. M., Manurung, K., & Ester, M. (2022). Faktor Risiko ISPA pada Balita (Studi Kasus Kontrol pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas UPTD Simpang Tiga Kecamatan Bukit Kabupaten Bener Meriah, 2022) Risk Factors of ARI in Toddlers (Case Control

- Study on Toddlers in the Working Area of the UPTD Simp. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 8(2), 983–991. <https://jurnal.uui.ac.id/index.php/JHTM/article/view/2347/1206>
- Ruhban, A., Sahrin, N. I., & Indraswari, N. L. A. (2023). The Relationship Between the Physical Condition of Houses and Occupant Behavior with the Incidence of ARI in the Balla Village, Bajo Subdistrict, Luwu Regency. *Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 23(2), 250–260.
- Salma, Fauzan, A., & Anggraeni, S. (2020). Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian ISPA Pada Balita Di Wilayah Kerja UPT.Puskesmas Rawat Inap Berangas Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala Tahun 2020. *Jurnal Universitas Islam Kalimantan*, 2013, 1–9.
- Sartika, R. D., & Wahyuni, M. (2021). Literature Review Kondisi Fisik Rumah dengan Kejadian Penyakit Ispa Pada Balita. *Borneo Student Research*, 2(2), 1139–1144.
- Sekarwati, N., Asda, P., Masyarakat, K., Wira Husada, S., & dan Ners, K. (2021). Pengaruh Kondisi Lingkungan Rumah dengan Kejadian Penyakit ISPA pada Balita di Puskesmas Kalasan Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Berkala*, 3(2), 103–110.
- Seok, J., Lee, B. Y., & Yoon, H. Y. (2024). Association between humidity and respiratory health: the 2016–2018 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Respiratory Research*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12931-024-03054-z>
- Susilawati. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *E-SEHAD*, 1(5), 25–31. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872021000500738>
- Urrutia-pereira, M., & Sol, D. (2025). *Impact of climate change and air pollution on childhood respiratory health*. 000(xxx). <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2024.11.007>
- WHO. (2022). *Pneumonia in Children*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
- Zaman, K., Muhamadiyah, M., & Septiani, W. (2022). Toodler ISPA in a Brick Environment. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 8(1), 86–90. <https://doi.org/10.25311/keskom.vol8.iss1.1069>