**Journal Health & Science :**
**Gorontalo Journal Health and Science Community**
P-ISSN (2614-8676), E-ISSN (2614-8676)
*https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gojhes/index*

# DETERMINASI SOSIAL DAN LINGKUNGAN TERHADAP RISIKO INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA DI PERMUKIMAN TAMBANG BATUBARA: TINJAUAN LITERATUR

# *SOCIAL AND ENVIRONMENTAL DETERMINANTS OF THE RISK OF ACUTE RESPIRATORY TRACT INFECTION (ARI) IN TODDLERS IN COAL MINING SETTLEMENTS: A LITERATURE REVIEW*

**Fikriyyah Munawwaroh[1], Najmah[2], Iche Andriyani Liberty[3]**
Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Sriwijaya, Indonesia
email: munawwarohfikriyyah@gmail.com,

**Abstrak**

**Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak usia balita (bawah lima tahun), terutama di wilayah dengan degradasi lingkungan seperti permukiman sekitar pertambangan batubara. Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis antara determinan sosial dan lingkungan dalam paparan polusi pertambangan batubara. Pendekatan ini memberikan dasar ilmiah bagi perumusan intervensi lintas sektor melalui pengendalian polusi udara, perbaikan kualitas hunian, pendidikan kesehatan keluarga, dan kebijakan kesehatan lingkungan berbasis bukti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis determinan sosial dan lingkungan yang berhubungan dengan kejadian ISPA pada anak balita di kawasan permukiman tambang batubara melalui pendekatan *systematic literature review*. Penelitian menggunakan metode *systematic literature review* terhadap artikel ilmiah *peer-reviewed* yang diterbitkan tahun 2018-2025 melalui basis data PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ResearchGate, dan DOAJ dengan panduan PRISMA. Kualitas metodologis studi dievaluasi menggunakan *Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist.* Dari 756 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 20 artikel memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis. Hasil sintesis menunjukkan determinan sosial seperti rendahnya pendidikan ibu, rendahnya pendapatan rumah tangga, serta kebiasaan merokok di dalam rumah, bersama determinan lingkungan seperti ventilasi rumah yang buruk, kepadatan hunian tinggi, jarak tempat tinggal kurang dari 1 km dari lokasi tambang, dan paparan polusi udara partikulat, secara konsisten berkaitan dengan peningkatan risiko ISPA pada anak balita. Hasil ini menunjukkan bahwa kejadian ISPA pada anak di wilayah pertambangan batubara dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara kerentanan sosial dan paparan lingkungan.**
**Kata kunci: Balita; ISPA; Kesehatan lingkungan; Pertambangan batubara; Sosial.**

***Abstract***

***Acute Respiratory Infection (ARI) is a major cause of morbidity and mortality in children under five years of age, particularly in areas with environmental degradation, such as settlements near coal mines. The novelty of this study lies in the synthesis of social and environmental determinants of exposure to coal mining pollution. This approach provides a scientific basis for the formulation of cross-sectoral interventions through air pollution control, housing quality improvement, family health education, and evidence-based environmental health policies. This study aims to analyze the social and environmental determinants associated with the incidence of ARI in children under five in coal mining settlements through a systematic literature review approach. The study used a systematic literature review method of peer-reviewed scientific articles published between 2018 and 2025 through the PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ResearchGate, and DOAJ databases with PRISMA guidelines. The methodological quality of the studies was evaluated using the Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist. Of the 756 articles identified, 20 articles met the inclusion criteria for analysis. The synthesis results show that social determinants such as low maternal education, low household income, and indoor smoking habits, along with environmental determinants such as poor home ventilation, high residential density, living less than 1 km from the mining site, and exposure to particulate air pollution, are consistently associated with an increased risk of ARI in toddlers. These results indicate that the incidence of ARI in children in coal mining areas is influenced by a complex interaction between social vulnerability and environmental exposure.***
***Keywords: Toddlers; ARI; Environmental health; Coal mining; Social.***

Received: March 30th, 2026; 1st Revised April 6th, 2026;
Accepted for Publication : March 19th, 2026

***© 2026 Fikriyyah Munawwaroh, Najmah, Iche Andriyani Liberty***
***Under the license CC BY-SA 4.0***

## 1. PENDAHULUAN

Infeksi saluran pernapasan akut atau ARI masih menjadi salah satu penyebab kematian pada anak usia di bawah lima tahun secara global. Pada tahun 2025, UNICEF melaporkan pneumonia, sebagai bentuk berat dari ARI, menyebabkan lebih dari 700.000 kematian anak balita setiap tahun (sekitar 2.000 kematian per hari) dan tetap menjadi penyebab infeksi utama kematian balita di seluruh dunia (1). *World Health Organization* melaporkan pneumonia berkontribusi terhadap sekitar 14% dari seluruh kematian balita, setara dengan 740.180 kematian pada tahun 2019, sehingga ARI tetap menjadi prioritas utama dalam program kelangsungan hidup anak secara global (2).

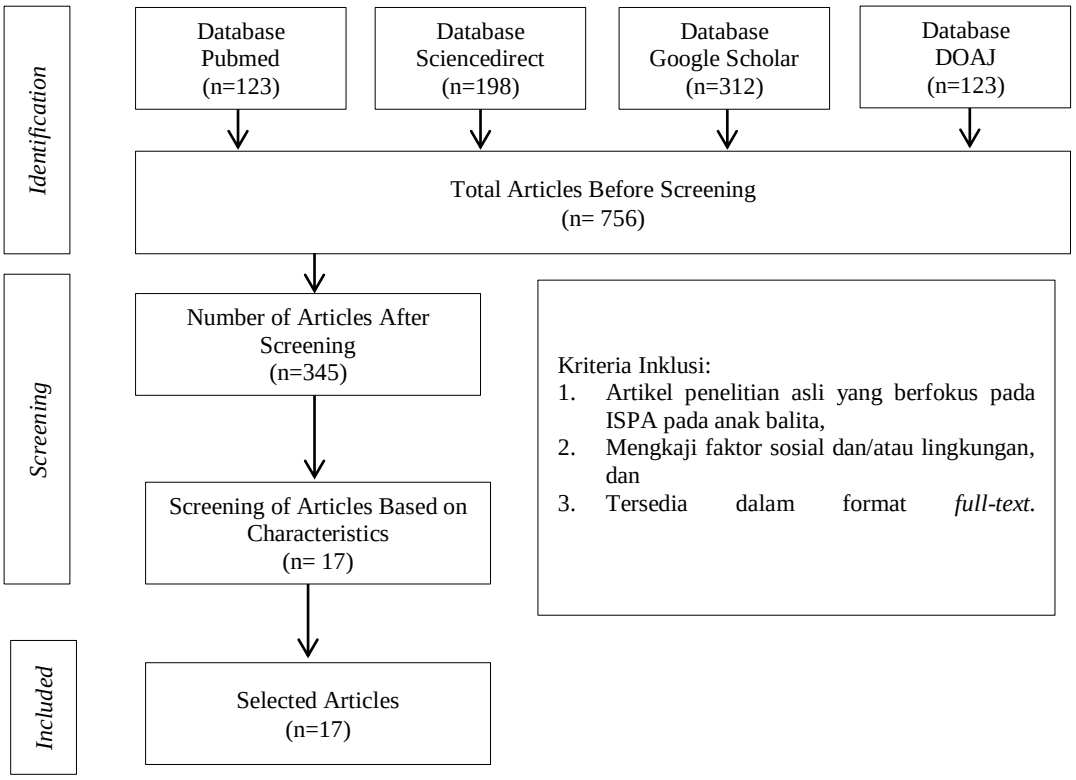
Di Indonesia, beban ARI pada anak balita masih tergolong tinggi. Data dari Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi ARI sekitar 12,8%, dengan variasi regional yang cukup besar, dan analisis lanjutan menunjukkan bahwa prevalensi nasional dapat mencapai 17,9% pada tahun 2022 (3). Bukti terkini secara konsisten menunjukkan bahwa paparan polusi udara ambien, terutama *particulate matter* $PM_{2.5}$ dan $PM_{10}$, bersama dengan kepadatan hunian dan ventilasi rumah yang buruk, berperan signifikan terhadap risiko gangguan kesehatan pernapasan. Paparan asap rokok di dalam rumah tangga dan kondisi sosial ekonomi yang kurang menguntungkan juga diidentifikasi sebagai determinan utama ARI pada anak di Indonesia. Namun, wilayah pertambangan batubara memiliki karakteristik paparan yang lebih kompleks dibandingkan polusi udara umum karena melibatkan kombinasi partikulat tambang, debu mineral, emisi gas hasil ekstraksi, serta paparan kronis akibat kedekatan permukiman dengan sumber polusi aktif. Wilayah yang memiliki aktivitas industri dan pertambangan batubara, seperti beberapa kabupaten di Sumatra Utara, tercatat memiliki angka pneumonia balita tertinggi di provinsi tersebut, sejalan dengan tingginya paparan partikulat dan buruknya kualitas udara di sekitar area pertambangan (4).

Meskipun bukti mengenai pengaruh kualitas udara dan faktor sosial terhadap ARI terus menguat, *review* sebelumnya umumnya membahas faktor lingkungan atau determinan sosial secara terpisah, serta lebih banyak difokuskan pada wilayah urban atau rumah tangga umum tanpa menempatkan permukiman tambang batubara sebagai konteks paparan spesifik. *Research gap* penelitian ini terletak pada belum adanya sintesis yang secara eksplisit mengintegrasikan determinan sosial dan lingkungan pada populasi anak balita yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan batubara. Oleh karena itu, *systematic literature review* ini dilakukan untuk mensintesis secara

sistematis hubungan antara determinan sosial (pendidikan ibu, status sosial ekonomi, perilaku merokok, dan praktik pengasuhan anak) dan determinan lingkungan (kualitas udara, ventilasi rumah, kepadatan hunian, dan kedekatan dengan sumber polusi) dengan kejadian ARI pada anak balita di wilayah pertambangan batubara.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain *systematic literature review.* Artikel diperoleh dari basis data PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ResearchGate, dan DOAJ dengan cakupan periode publikasi tahun 2018 hingga 2025. Strategi pencarian menggunakan kata kunci: "*Acute Respiratory Infection*", *"under-five children", "coal mining",* "*environmental pollution"*, dan *"socioeconomic determinants".* Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli yang berfokus pada ISPA pada anak balita, mengkaji faktor sosial dan/atau lingkungan, dan tersedia dalam format *full-text*. Ketelitian metodologis seluruh studi yang memenuhi syarat dievaluasi menggunakan instrumen *critical appraisal* dari Joanna Briggs Institute. Dari 756 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, sebanyak 17 artikel memenuhi kriteria kelayakan. Adapun *flowchart* diagram Prisma ditunjukkan pada Gambar 1.




Gambar 1. *Flowchart* PRISMA

Pencarian awal yang dilakukan pada lima basis data utama, yaitu PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, dan DOAJ (untuk memperluas jangkauan literatur peer-

reviewed dan grey literature yang relevan) menghasilkan total 756 artikel yang relevan dengan kata kunci yang dipilih. Seluruh artikel yang diperoleh kemudian diseleksi secara sistematis mengikuti kerangka *Preferred Reporting Items* for *Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Tahap penyaringan pertama dilakukan melalui penilaian judul dan abstrak untuk mengevaluasi relevansi setiap studi terhadap fokus penelitian mengenai faktor sosial dan lingkungan yang berkaitan dengan ARI pada anak balita yang tinggal di wilayah dengan tingkat paparan polusi tinggi, khususnya permukiman sekitar pertambangan batubara. Pada tahap ini, sebagian besar artikel dikeluarkan karena tidak relevan dengan populasi balita, tidak berfokus pada ISPA, atau tidak membahas secara bersamaan faktor sosial dan lingkungan.

Setelah penyaringan awal, artikel duplikat antar basis data dihapus sehingga diperoleh kumpulan artikel unik yang dilanjutkan ke tahap penilaian kelayakan *full-text.* Pada tahap ini, artikel dievaluasi secara kritis berdasarkan kriteria inklusi berikut:

a. Studi empiris dengan desain kuantitatif, kualitatif, atau *mixed-methods*, termasuk *Systematic Review* dan *meta-analysis* yang relevan;
b. Dipublikasikan pada periode 2018-2025;
c. Memiliki fokus utama pada kejadian ISPA atau gangguan pernapasan lainnya pada anak usia di bawah lima tahun;
d. Menganalisis faktor sosial dan/atau lingkungan, termasuk tingkat pendidikan ibu dan kondisi sosial ekonomi, perilaku merokok, ventilasi rumah, kepadatan hunian, kualitas udara, dan kedekatan tempat tinggal dengan sumber polusi;
e. Dilakukan pada wilayah dengan risiko tinggi paparan polusi udara, termasuk kawasan perkotaan padat penduduk, zona industri, dan area pertambangan;
f. Tersedia dalam bentuk artikel *full-text* berbahasa Indonesia atau Inggris.

Kriteria eksklusi :

a. Artikel opini, editorial, atau laporan non-empiris;
b. Penelitian dengan populasi selain anak balita;
c. Publikasi duplikat;
d. Studi dengan kualitas metodologis rendah berdasarkan penilaian kritis menggunakan *Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist.*

Berdasarkan seluruh proses seleksi tersebut, hanya 17 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dinilai memiliki kualitas metodologis dan relevansi yang memadai terhadap tujuan penelitian. Dua puluh studi tersebut selanjutnya dianalisis secara mendalam dan disintesis dalam tinjauan ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil tinjauan menunjukkan bahwa faktor dominan yang berkontribusi terhadap ISPA di wilayah pertambangan meliputi paparan *fine particulate matter* ($PM_{2.5}$), ventilasi rumah tangga yang tidak memadai, kepadatan hunian yang tinggi, dan perilaku merokok di dalam rumah. Anak balita yang tinggal dalam radius

kurang dari 1 km dari lokasi pertambangan ditemukan memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan pernapasan dibandingkan dengan mereka yang tinggal di wilayah non-pertambangan. Status ekonomi rumah tangga yang rendah dan rendahnya tingkat pendidikan ibu semakin memperburuk risiko ini karena keterbatasan akses terhadap informasi kesehatan dan kondisi lingkungan tempat tinggal yang kurang layak.

Determinan sosial dan lingkungan terbukti bekerja secara simultan dalam meningkatkan risiko *Acute Respiratory Infection* (ARI). Anak-anak dari keluarga berpenghasilan rendah yang tinggal di sekitar kawasan pertambangan lebih sering terpapar polusi udara, tinggal di rumah dengan ventilasi yang buruk, dan terpapar asap rokok di dalam ruangan. Hasil ini mendukung kerangka *Social Determinants of Health* dan *Environmental Health Theory*, yang menegaskan bahwa status kesehatan dibentuk oleh interaksi antara kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Kondisi ini mendukung konsep *Eco-Health*, yang mengedepankan bahwa degradasi lingkungan akibat aktivitas ekstraktif secara langsung berkontribusi terhadap meningkatnya beban penyakit yang berhubungan dengan lingkungan seperti ISPA. Hasil tinjauan ini dimuat pada Tabel 1.

Tabel 1. Determinan Lingkungan ARI pada Anak Balita (2020-2025)

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Household Ventilation and Acute Respiratory Infection among Under-Five Children in Lahat Regency* | (Apriani, 2022) (5) | Studi Analitik Deskriptif (*Cross-sectional*) | 150 anak balita di Desa Muara Maung | Hasil penelitian menunjukkan bahwa 68% rumah memiliki luas ventilasi kurang dari 10% dari total luas lantai. Anak balita yang tinggal di rumah dengan ventilasi tidak memadai memiliki risiko 2,3 kali lebih tinggi mengalami *Acute Respiratory Infection* (ARI) ($p = 0.003$). Kondisi udara dalam rumah yang lembap dan sirkulasi udara yang buruk ditemukan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme penyebab ARI. |
| 2 | *Maternal Education, Housing Density, and Acute Respiratory Infection among Under-Five Children* | (Febrianti, 2020) (6) | *Cross-sectional* | 100 rumah tangga di South Sumatra | Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa tingkat pendidikan ibu yang rendah (SD-SMP) dan kepadatan hunian lebih dari dua orang per kamar berhubungan signifikan dengan kejadian ARI ($p = 0.001$). Pendidikan ibu ditemukan memengaruhi pengetahuan ibu mengenai ventilasi rumah dan praktik kebersihan rumah tangga. |
| 3 | *Mining Dust Exposure and Acute Respiratory Infection among Under-Five* | (Uho *et al.*, 2025) (7) | Studi Analitik Observasional | 120 anak usia 1-5 tahun di area pertambangan | Paparan *particulate matter* $PM_{10}$ dari aktivitas pertambangan menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan peningkatan kasus ARI ($r = 0.71$). Anak yang tinggal pada jarak kurang dari 1 km dari |

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Children* | | | | lokasi pertambangan memiliki risiko 1,9 kali lebih tinggi mengalami ARI dibandingkan dengan mereka yang tinggal di luar radius tersebut. |
| 4 | *Individual and Environmental Factors Associated with Acute Respiratory Infection among Firefighters (9)* | (Maharani Chairin Nisa, 2022) (8) | Analitik *Cross-sectional* | 55 petugas | Faktor individu yang menunjukkan hubungan signifikan dengan keluhan ARI meliputi usia ($p = 0.003$), masa kerja ($p = 0.000$), dan kebiasaan merokok ($p = 0.000$). Dari perspektif lingkungan kerja, hanya konsentrasi sulfur dioxide ($SO_2$) yang berhubungan signifikan dengan ARI ($p = 0.040$), sedangkan carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide ($NO_2$), dan $PM_{10}$ tidak menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik. Namun, paparan kumulatif terhadap gas hasil pembakaran tetap menjadi faktor risiko gangguan pernapasan jangka panjang. |
| 5 | *Exclusive Breastfeeding and Acute Respiratory Infection among Under-Five Children in Palembang (10)* | (R. P. Sari & Qomariyah, 2022) (9) | *Cross-sectional* | 120 anak balita di Palembang | Anak yang tidak mendapatkan ASI eksklusif memiliki risiko 4,2 kali lebih tinggi mengalami *Acute Respiratory Infection* (ARI) dibandingkan dengan anak yang mendapat ASI eksklusif ($p < 0.05$). ASI berperan penting dalam meningkatkan imunitas dan menekan replikasi virus penyebab ARI. |
| 6 | *Household Smoke Exposure Risk and Acute Respiratory Infection among Children under Five Years in Sub-Saharan Africa (12)* | (Odame *et al*., 2025) (10) | Regresi logistik berbasis DHS pada 33 negara | >150.000 anak | Prevalensi ARI pada anak balita di Sub-Saharan Africa tercatat sebesar 4,4%. Rumah tangga dengan tingkat paparan asap tinggi memiliki kemungkinan ARI yang secara statistik lebih besar dibandingkan rumah tangga dengan paparan rendah ($p < 0.05$). Faktor anak (usia, jenis kelamin, status menyusui), faktor ibu (usia, pendidikan, status perkawinan), dan faktor rumah tangga (jenis lantai, kepadatan hunian, dan indeks kekayaan) semuanya diidentifikasi sebagai prediktor signifikan ARI. Meskipun nilai numerik *odds ratio* tidak dilaporkan dalam abstrak, seluruh variabel utama menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik. |
| 7 | *Effects of the Local Environment and* | (Purnama *et al*., 2024) (11) | Studi ekologis dikombinasikan dengan *Partial* | 334.878 anak | Hubungan langsung antara malnutrisi dan ARI bersifat negatif, dengan koefisien $\beta$ = - |

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Nutritional Status on the Incidence of ARI among Children under 5 Years in Indonesia (13)* | | *Least Squares-Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) | | 0.072 ($p < 0.01$), yang menunjukkan kemungkinan adanya bias pelaporan akibat keterbatasan akses layanan kesehatan di wilayah miskin. Indeks kekayaan memberikan efek protektif yang kuat dalam menurunkan kualitas lingkungan yang buruk ($\beta = -0.633$; $p < 0.001$), status malnutrisi ($\beta = -0.399$; $p < 0.001$), dan kejadian ARI ($\beta = -0.918$; $p < 0.001$). Hasil ini menegaskan peran penting determinan sosial dalam jalur epidemiologi ARI. |
| 8 | *Effects of Indoor Pollution on Acute Respiratory Infections among Under-Five Children in India (14)* | (Id & Id, 2020) (12) | *Cross-sectional* berbasis DHS | 247.743 anak | Penggunaan bahan bakar biomassa meningkatkan risiko *Acute Respiratory Infection* (ARI) dengan *odds ratio* (OR) sebesar 1.10 (95% CI: 1.01-1.20), rumah tanpa dapur terpisah meningkatkan risiko dengan OR sebesar 1.22 (95% CI: 1.14-1.30), dan keberadaan perokok dalam rumah tangga meningkatkan risiko dengan OR sebesar 1.06 (95% CI: 1.00-1.12). Kombinasi tidak adanya dapur terpisah dan penggunaan bahan bakar biomassa semakin meningkatkan risiko ARI hingga 36%, dengan adjusted OR sebesar 1.35 (95% CI: 1.21-1.51; $p < 0.05$). Hasil ini menunjukkan bahwa struktur rumah dan perilaku merokok memiliki kontribusi sinergis terhadap peningkatan beban ARI. |
| 9 | *Associations Between Ambient PM2.5 Levels and Children's Pneumonia and Asthma during COVID-19 in Greater Jakarta (15)* | (Asyary, 2025) (13) | Analisis korelasi spasial dan regresi | 73.694 pneumonia; 15.825 asma | Rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Greater Jakarta (Jabodetabek) mencapai 42,5 $\mu g/m^3$. Hubungan terkuat antara $PM_{2.5}$ dan pneumonia anak ditemukan di Depok, dengan koefisien korelasi $r = 0.61$ dan $p = 0.004$. Wilayah lain menunjukkan korelasi lemah hingga sedang. Hubungan antara paparan $PM_{2.5}$ dan asma anak cenderung lemah serta tidak signifikan secara statistik, menunjukkan bahwa faktor lingkungan ambien berperan lebih besar pada pneumonia akut dibandingkan asma kronis. |
| 10 | *Deterioration of Respiratory Health Following* | (Budiharta *et al*., 2023) (14) | Studi longitudinal ekologis 18 tahun | data layanan kesehatan dari Sumatra | Selama periode 2001-2018, kejadian penyakit pernapasan meningkat sebesar 8,5% pada |

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Changes to Land Cover and Climate in Indonesia (16)* | | | | tahun-tahun kering yang ditandai dengan kebakaran hutan dan degradasi lahan gambut. Konsentrasi $PM_{2.5}$ yang berasal dari kebakaran lahan dan hutan diidentifikasi sebagai faktor dominan yang mendorong lonjakan kasus ARI, pneumonia, dan bronkitis. Studi ini menegaskan bahwa degradasi lingkungan regional berskala besar berdampak langsung terhadap morbiditas pernapasan masyarakat. |
| 11 | *Lung Function in Children Residents in the Largest Coal Mining Region in Brazil (17)* | (Yussef *et al*., 2024) (15) | *Cross-sectional* | 396 anak | Prevalensi gangguan fungsi paru pada anak tercatat sebesar 7,78%. Variabel yang berhubungan signifikan dengan gangguan fungsi paru meliputi paparan asap rokok pasif ($p < 0.05$), berat badan lahir rendah ($p < 0.05$), dan riwayat mengi ($p < 0.05$). Anak-anak yang tinggal di area pertambangan batubara menunjukkan kerentanan kronis terhadap gangguan pernapasan akibat paparan jangka panjang terhadap polutan udara. |
| 12 | *Respiratory Symptoms after Coalmine Fire and Pandemic: A Longitudinal Analysis of the Hazelwood Health Study Adult Cohort (18)* | (Lane *et al*., 2025) (16) | Studi kohort longitudinal dan regresi logistik mixed-effects | 4.056 responden (612 peserta tindak lanjut) | Paparan ekstrem $PM_{2.5}$ akibat kebakaran tambang selama periode enam minggu berhubungan dengan peningkatan risiko jangka panjang batuk kronis, mengi, rasa sesak di dada, dan gejala hidung yang menetap hingga 8-9 tahun setelah kejadian. Hubungan ini menjadi lebih kuat selama periode tindak lanjut yang lebih panjang. Pada responden dengan riwayat COVID-19, gejala pernapasan lebih berat, meskipun interaksi statistik langsung antara paparan $PM_{2.5}$ dan COVID-19 tidak signifikan. Nilai odds ratio spesifik tidak dilaporkan dalam abstrak; namun, efeknya dinyatakan signifikan secara longitudinal. |
| 13 | *Environmental Pollution and Public Health in Urban Indonesia (19)* | (Septiani *et al*., 2025) (17) | Studi kuantitatif menggunakan regresi linear sederhana | data $PM_{2.5}$ dan kasus ARI dari lima kota besar | Hasil analisis menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dan jumlah kasus ARI, dengan koefisien korelasi $r = 0.996$ dan koefisien determinasi ($R^2$) sebesar 0.991, yang menunjukkan bahwa 99,1% variasi kasus ARI dapat dijelaskan oleh kadar $PM_{2.5}$. Uji signifikansi menghasilkan $p = 0.00035$, yang menegaskan hubungan sangat |

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | signifikan secara statistik. Hasil ini memberikan bukti kuat bahwa polusi udara perkotaan merupakan prediktor utama meningkatnya kejadian ARI di Indonesia. |
| 14 | *Physical Household Environment and Acute Respiratory Infection among Under-Five Children (21)* | (Nur *et al*., 2024) (14) | Analitik *Cross-sectional* | 167 anak | Ventilasi rumah (p = 0.000), jenis lantai (p = 0.000), jenis dinding (p = 0.096), dan perilaku merokok keluarga (p = 0.097) berhubungan dengan kejadian ARI pada anak balita. Sebaliknya, pencahayaan rumah (p = 0.995) dan kelembapan (p = 0.274) tidak berhubungan signifikan. Secara keseluruhan, kualitas konstruksi rumah muncul sebagai komponen protektif utama terhadap paparan polutan pernapasan. |
| 15 | *Maternal Knowledge and ARI Prevention Behavior among Under-Five Children (22)* | (Sormin *et al*., 2023) (18) | Studi deskriptif *cross-sectional* | 98 anak | Sebagian besar ibu memiliki tingkat pengetahuan rendah mengenai *Acute Respiratory Infection* (ARI) (48%); namun, perilaku pencegahan ARI relatif lebih baik (40,8%). Analisis statistik menunjukkan hubungan signifikan antara tingkat pengetahuan ibu dan perilaku pencegahan ARI (p = 0.017). Hasil ini menunjukkan bahwa pengetahuan ibu yang lebih tinggi berhubungan dengan kepatuhan yang lebih baik terhadap praktik pencegahan, seperti menjaga kebersihan rumah, menghindari paparan asap rokok, dan segera mencari pelayanan ke fasilitas kesehatan ketika anak sakit. Nilai odds ratio tidak dilaporkan karena analisis dilakukan menggunakan uji Chi-square. |
| 16 | *Indoor Air Pollution Exposure and ARI among Under-Five Children in LMICs (Systematic Review & Meta-Analysis) (23)* | (Desye *et al*., 2025) (19) | *Systematic Review* dan meta-analysis mengikuti pedoman PRISMA | 36 artikel internasional | Meta-analisis menunjukkan bahwa prevalensi ARI pada anak balita yang disebabkan oleh paparan polusi udara dalam ruangan sebesar 13,56% (95% CI: 11.88-15.25; p < 0.001). Faktor risiko utama yang berhubungan dengan peningkatan kejadian ARI meliputi tidak adanya jendela dapur (OR = 4.47; 95% CI: 1.66-7.28), penggunaan kompor tradisional (OR = 2.53; 95% CI: 1.02-4.03), paparan asap rokok pasif (OR = 1.19; 95% CI: 1.06-1.32), dan penggunaan bahan bakar tidak bersih (OR = 1.16; 95% CI: 1.07- |

| No | Judul | Penulis dan Tahun | Metode | Sampel | Hasil |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1.25). Kondisi komorbid seperti diare (OR = 3.76) dan stunting (OR = 1.16) semakin meningkatkan risiko ARI. Hasil ini menegaskan bahwa kualitas udara dalam ruangan merupakan determinan dominan ARI pada anak balita di negara berkembang. |
| 17 | *Particulate matter Air Pollution: Effects on the Respiratory System (24)* | (Hamanaka *et al*., 2025) (20) | *Systematic Review* | data epidemiologi global | Studi ini menunjukkan bahwa $PM_{2.5}$ merupakan penyebab utama global gangguan pernapasan dan berkontribusi terhadap sekitar 4,7 juta kematian prematur setiap tahun. Tidak ada ambang batas aman paparan $PM_{2.5}$ yang teridentifikasi, karena setiap peningkatan konsentrasi secara konsisten berkorelasi dengan meningkatnya kejadian pneumonia, asma, *chronic obstructive pulmonary disease* (COPD), fibrosis paru, dan kanker paru. Paparan kronis memicu inflamasi sistemik, stres oksidatif, dan airway remodeling. Karena artikel ini berbasis tinjauan mekanisme biologis dan bukti epidemiologi global, tidak dilaporkan nilai odds ratio atau p-value spesifik. |

*Sumber: Data Primer, 2025*

**Pembahasan**

ARI merujuk pada kondisi infeksi pada sistem pernapasan yang melibatkan saluran napas bagian atas seperti hidung, faring, dan laring, serta saluran napas bagian bawah, termasuk bronkus dan paru-paru. ARI bersifat akut dan umumnya berlangsung kurang dari 14 hari. Etiologi ARI meliputi patogen virus dan bakteri; di antara agen virus, *respiratory syncytial virus* (RSV), *rhinovirus*, dan *influenza* virus adalah beberapa agen penyebab utama yang paling sering teridentifikasi, terutama pada anak balita (21).

Beban global ARI, khususnya infeksi saluran pernapasan bagian bawah (Lower Respiratory Infections/LRIs), tetap besar. Studi terbaru menunjukkan bahwa LRI menyumbang sekitar 13,9% dari seluruh kematian anak di bawah lima tahun di seluruh dunia. UNICEF melaporkan bahwa lebih dari 700.000 kematian anak balita terjadi setiap tahun akibat pneumonia, salah satu bentuk ARI yang paling parah, yang setara dengan sekitar 2.000 kematian per hari (5).

Paparan lingkungan, terutama polusi udara dari sumber luar dan dalam ruangan, berperan besar dalam meningkatkan risiko ARI pada anak balita. Kontak dengan debu dan partikel halus udara ($PM_{2.5}$/$PM_{10}$), gas beracun seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida

($SO_2$), dan nitrogen dioksida ($NO_2$), serta asap dari penggunaan bahan bakar padat untuk memasak dan konsumsi tembakau di rumah, secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan signifikan kejadian ARI dan pneumonia anak. Bukti dari berbagai wilayah di Indonesia juga menunjukkan bahwa ventilasi rumah yang buruk, paparan polusi udara dalam rumah, dan ketergantungan pada bahan bakar memasak yang mencemari udara secara signifikan meningkatkan kerentanan anak terhadap ARI.

Selain faktor biologis dan lingkungan, determinan sosial-ekonomi juga memainkan peran. Anak-anak dari keluarga kurang mampu, ibu dengan pendidikan rendah, dan yang tinggal di rumah dengan kondisi buruk (ventilasi tidak memadai dan lingkungan padat) menunjukkan kerentanan yang lebih tinggi terhadap ARI.

Dengan demikian, ARI pada anak balita bukan hanya masalah klinis individual tetapi merupakan hasil dari interaksi kompleks antara agen infeksi (virus dan bakteri), kondisi lingkungan fisik (kualitas udara, ventilasi, dan polusi), serta faktor sosial dan ekonomi rumah tangga.

Berdasarkan sintesis kritis dari studi yang dianalisis, determinan sosial yang paling kuat terkait ARI adalah pendidikan ibu rendah dan kebiasaan merokok di dalam rumah, sedangkan determinan lingkungan yang paling signifikan adalah kualitas udara buruk ($PM_{2.5}$/$PM_{10}$ tinggi), ventilasi rumah yang tidak memadai, dan kedekatan dengan sumber polusi, khususnya tambang batubara. Integrasi antar studi menunjukkan kombinasi determinan sosial dan lingkungan secara sinergis meningkatkan risiko ARI sehingga anak dari keluarga berpenghasilan rendah yang tinggal di daerah tambang memiliki risiko tertinggi dibandingkan populasi lain.

Determinan Sosial Kejadian ARI

a. Pendidikan Ibu sebagai Faktor Pengetahuan dan Pencegahan

Tingkat pendidikan ibu terbukti berpengaruh signifikan terhadap kemampuan mencegah ARI pada anak balita. Studi terbaru menunjukkan bahwa ibu dengan pendidikan rendah cenderung tinggal di rumah dengan ventilasi tidak memadai, kebersihan lingkungan yang buruk, dan pengetahuan terbatas mengenai tindakan pencegahan seperti menjaga kualitas udara dalam rumah dan menghindari paparan asap rumah tangga, yang secara konsisten dikaitkan dengan tingginya angka infeksi saluran pernapasan akut pada anak.

Hasil ini sejalan dengan *Health Belief Model* (HBM), yang menyatakan bahwa tingkat pengetahuan dan persepsi risiko penyakit memengaruhi keputusan dan perilaku pencegahan (22). Ibu dengan pengetahuan terbatas dan persepsi risiko rendah cenderung tidak menerapkan tindakan pencegahan seperti meningkatkan ventilasi rumah dan menjaga kebersihan lingkungan, sehingga meningkatkan kerentanan anak terhadap infeksi pernapasan.

b. Status Ekonomi dan Akses ke Lingkungan Sehat

Status ekonomi rumah tangga berperan penting dalam menentukan kondisi tempat tinggal dan praktik rumah tangga sehat. Studi terbaru menegaskan bahwa penggunaan bahan bakar padat (biomassa, arang, dan kayu bakar)

serta polusi udara dalam rumah (*Indoor Air Pollution/IAP*) erat kaitannya dengan meningkatnya kejadian ARI pada anak balita.

Meta-analisis yang diterbitkan pada 2025 menunjukkan bahwa paparan polusi udara rumah tangga, terutama emisi dari penggunaan bahan bakar padat untuk memasak, secara signifikan meningkatkan risiko ARI pada anak balita di negara berpenghasilan rendah dan menengah (23). Penelitian lintas-negara yang melibatkan 22 negara juga menunjukkan bahwa rumah tangga yang terdampak kemiskinan energi, ditandai dengan akses terbatas ke bahan bakar bersih, memiliki kemungkinan tertinggi mengalami gejala ARI pada anak. Bukti terbaru dari Pakistan juga menegaskan bahwa ketergantungan pada bahan bakar rumah tangga yang mencemari selalu terkait dengan peningkatan risiko ARI, terutama pada rumah tangga berpenghasilan rendah dan yang tinggal di rumah dengan ventilasi buruk.

c. Perilaku Keluarga dan Kebiasaan Merokok

Bukti empiris yang terkumpul menunjukkan paparan anak terhadap asap rokok (*Secondhand Smoke*/SHS) di rumah merupakan kontributor signifikan meningkatnya risiko ARI. Meta-analisis 2025 menunjukkan bahwa anak yang tinggal di rumah dengan perokok 3,17 kali lebih mungkin mengalami ARI dibandingkan anak tanpa paparan asap (24).

Mekanisme biologis mendukung Hasil ini. Paparan SHS dapat merusak epitel pernapasan, mengganggu pertahanan mukosa, menurunkan imunitas saluran napas, dan memicu peradangan bronkus, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernapasan akut. Di rumah dengan ventilasi buruk, partikel asap rokok cenderung bertahan lebih lama, memperpanjang paparan pada anak-anak dan meningkatkan risiko infeksi. Dengan demikian, merokok di dalam ruangan, terutama di ruang tertutup, dapat dikategorikan sebagai determinan sosial utama yang secara konsisten dikaitkan dengan meningkatnya kejadian ARI pada anak balita di berbagai studi.

d. Nutrisi Anak dan Praktik Pengasuhan

Status gizi berperan penting dalam daya tahan tubuh anak terhadap infeksi. Penelitian menemukan bahwa anak balita dengan gizi kurang atau status gizi buruk memiliki prevalensi ARI lebih tinggi dibandingkan anak bergizi baik. Selain gizi, praktik pengasuhan seperti kebersihan anak dan kebersihan lingkungan rumah juga memengaruhi risiko ARI (25).

Literatur terbaru melaporkan bahwa menjaga kebersihan diri, menjaga kebersihan rumah dengan ventilasi memadai, dan menghindari paparan polutan (asap rokok, asap memasak, debu) secara signifikan mengurangi risiko ARI (26). Dalam faktor risiko gabungan, anak yang tinggal di rumah dengan ventilasi buruk, terpapar asap (rokok atau bahan bakar padat), dan status gizi buruk memiliki risiko ARI tertinggi. Hal ini menegaskan bahwa determinan perilaku, gizi, dan lingkungan sering bekerja secara sinergis meningkatkan kerentanan anak terhadap ARI.

Determinan Lingkungan Kejadian ARI

a. Kualitas Udara dan Polusi Terkait Pertambangan

Kegiatan pertambangan batubara

menghasilkan partikel halus ($PM_{2.5}$ dan $PM_{10}$) yang dapat menembus saluran napas bagian bawah. Paparan kronis terhadap polusi udara partikulat menyebabkan peradangan saluran napas dan gangguan fungsi paru, terutama pada anak yang kapasitas paru-parunya kecil dan sistem imun belum matang. Dampak polusi di daerah tambang semakin diperburuk oleh deforestasi, yang menghilangkan fungsi vegetasi sebagai penyaring udara alami. Fenomena ini menunjukkan hubungan erat antara degradasi ekosistem dan meningkatnya risiko penyakit pernapasan (27).

b. Ventilasi Rumah dan Kelembaban

Ventilasi rumah memainkan peran penting dalam mengatur sirkulasi udara dan mencegah kelembaban berlebih. Ventilasi yang buruk menyebabkan peningkatan suhu dan kelembaban dalam rumah, menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan virus dan bakteri. Di daerah tambang dengan paparan debu tinggi, ventilasi yang tidak memadai cenderung menjebak polutan di dalam rumah, sehingga meningkatkan paparan anak terhadap partikel udara berbahaya.

c. Kedekatan Tempat Tinggal dengan Sumber Polusi

Di Indonesia menunjukkan bahwa jarak tempat tinggal kurang dari 1 km dari lokasi tambang secara signifikan meningkatkan risiko gangguan paru dan ARI. Kedekatan ini menjadi indikator paparan langsung terhadap partikel udara dan sulfur dioksida ($SO_2$) (28).

d. Kepadatan Hunian dan Polusi Udara Dalam Ruangan

Penggunaan bahan bakar padat tanpa cerobong atau ventilasi memadai meningkatkan paparan polusi udara dalam rumah. Kombinasi kepadatan hunian tinggi dan ventilasi buruk menciptakan lingkungan yang sangat kondusif untuk penularan ARI.

Interaksi antara Determinan Sosial dan Lingkungan

Hasil dari beberapa studi menunjukkan bahwa determinan sosial dan lingkungan tidak bekerja secara independen, tetapi saling memperkuat. Rumah tangga berpenghasilan rendah cenderung tinggal di daerah dengan polusi tinggi, menggunakan bahan bakar padat untuk kebutuhan energi sehari-hari, dan tinggal di rumah dengan ventilasi buruk. Kondisi ini menyebabkan paparan polusi udara yang lebih intens dan berkepanjangan.

Kondisi ini sejalan dengan Konsep *Eco-Health*, yang mengedepankan bahwa kesehatan manusia bergantung pada keseimbangan antara faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan alam. Dalam konteks ARI pada anak balita di wilayah tambang, kerentanan muncul tidak hanya dari paparan polusi udara tetapi juga ketimpangan sosial, yang membatasi kemampuan keluarga untuk menciptakan dan mempertahankan lingkungan hidup yang sehat (29).

## 4. KESIMPULAN

Pendekatan terpadu lintas sektor menjadi kunci dalam menurunkan insiden ARI pada anak balita di wilayah pertambangan batubara, melalui penguatan pengendalian emisi debu dan partikel, perbaikan ventilasi dan sanitasi hunian, serta pengurangan paparan asap rokok di dalam rumah. Kolaborasi antara sektor kesehatan, lingkungan, dan industri juga diperlukan dalam

pengawasan kualitas udara, pemantauan kesehatan masyarakat, dan penyusunan kebijakan berbasis bukti. Tingginya risiko ARI di daerah tambang, yang disebabkan oleh paparan partikel halus dan gas beracun, tidak terlepas dari interaksi faktor lingkungan (kualitas udara, ventilasi, kepadatan hunian, dan kedekatan dengan tambang) serta determinan sosial (pendidikan ibu, status ekonomi, perilaku merokok, dan status gizi). Oleh karena itu, intervensi efektif harus mencakup perbaikan kualitas udara, edukasi kesehatan keluarga, serta peningkatan status gizi anak secara berkelanjutan.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan selama proses penyusunan artikel ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. UNICEF. Pneumonia in children. New York; 2025.
2. Organization WH. Pneumonia in children: factsheet. Geneva; 2022.
3. Akbar N, Kurniawan MH. Artikel Penelitian Infectious Disease and Pattern of Health Care Utilization Among Under-Five Children in Indonesia : Evidence from the 2024 Indonesia Nutritional Status Survey. 2025;8(2):186–94.
4. Sultan M, Adrianto R. Kasus ISPA Saat Pandemi Covid- Hauling Batubara. Kampurui J Kesehat Masy. 2021;3(1):19–25.
5. Apriani RT. Determinan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut pada PekeSrja Tambang di PT. Bukit Asam TBK Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE). J Univ Sriwij. 2022;(8.5.2017):2003–5.
6. Febrianti A. Pengetahuan, Sikap Dan Pendidikan Ibu Dengan Kejadian Ispa Pada Balita Di Puskesmas 7 Ulu Kota Palembang. J Kesehat Saelmakers Perdana. 2020;3(1):133–9.
7. Uho JKL. Paparan Debu Pertambangan dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut pada Anak Usia di Bawah Lima Tahun. J Univ Halu Oleo. 2025;5(4):90–5.
8. Maharani Chairin Nisa. Lingkungan Dengan Keluhan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Regu Pemadam Kebakaran Manggala Agni Lingkungan Dengan Keluhan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Pada Regu Pemadam Kebakaran Manggala Agni. Universitas Sriwijaya. 2022.
9. Sari RP, Qomariyah K. Hubungan Pemberian ASI Eksklusif Dengan Kejadian Ispa Pada Balita Usia 7-24 Bulan Di Poskesdes Lemper Wilayah Kerja Puskesmas Pademawu. SAKTI BIDADARI (Satuan Bakti Bidan Untuk Negeri). 2022;5(1):20–8.
10. Odame ML, Asiama RK, Appiah M, Afrifa-anane GF, Kyei-arthur F. Household smoke exposure risk and acute respiratory infection among children under five years in sub-Saharan Africa : evidence from the demographic and health surveys. 2025;
11. Purnama TB, Wagatsuma K, Pane M, Saito R. Effects of the Local Environment and Nutritional Status on

the Incidence of Acute Respiratory Infections Among Children Under 5 Years Old in Indonesia. 2024;461–70.

12. Id DM, Id PP. Effects of indoor pollution on acute respiratory infections among under-five children in India : Evidence from a nationally representative population-based study. 2020;1–13.
13. Asyary AL. Associations Between Ambient PM 2 . 5 Levels and Children ' s Pneumonia and Asthma During the COVID-19 Pandemic in Greater Jakarta ( Jabodetabek ). 2025;91(1):1–8.
14. Budiharta S, Wilson KA, Struebig MJ, Po JYT. Article Deterioration of respiratory health following changes to land cover and climate in Indonesia Deterioration of respiratory health following changes to land cover and climate in Indonesia. One Earth. 2023;6(3):290–302.
15. Yussef MGA, Santos MDOS, Penteado JO, Cristina M, Soares F, Muccillo-baisch ANAL, et al. Lung function in children residents in the largest coal region in Brazil. 2024;96:1–13.
16. Lane TJ, Carroll M, Borg BM, Mccaffrey TA, Smith CL, Gao CX, et al. Respiratory symptoms after coalmine fire and pandemic : A longitudinal analysis of the Hazelwood Health Study adult cohort. 2025;1–13.
17. Septiani F, Amini A Al, Arif J, Damanik D, Rayhane G. Dampak Polusi Lingkungan terhadap Kesehatan Masyarakat di Kawasan Perkotaan Indonesia. 2025;2(1):14–22.
18. Sormin REM, Ria MB, Nuwa MS. Hubungan tingkat pengetahuan ibu dengan perilaku pencegahan ISPA pada balita. J Ilm Kesehat Media Husada,. 2023;12:74–80.
19. Desye B, Geto AK, Daba C, Berihun G, Berhanu L. BMC Infectious Diseases Article in Press Indoor air pollution exposure and acute respiratory infection among under-five children in low- and middle-income countries : a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies IN IN. 2025;
20. Hamanaka RB, Mutlu GM, Hamanaka RB, Mutlu GM. Particulate matter air pollution : effects on the respiratory system Particulate matter air pollution : effects on the respiratory system. 2025;135(17).
21. Faisal F, Irwandi, Aprilia R, Suharni, Efriza. Tinjauan Literatur: Faktor Risiko dan Epidemiologi Pneumonia pada Balita. Sci J. 2024;3(3):166–73.
22. Nugrahaeni BA, Winarno RD. Perilaku Berolahraga Untuk Pencegahan Penyakit Jantung Pada Individu Dewasa Awal Ditinjau dari Health Belief Model. J Locus Penelit dan Pengabdi. 2025;4(10):9513–27.
23. Sidebang P, Hamid S, Dianita N, Nasrun I. Paparan Karbon Monoksida (CO) dari Pembakaran Biomassa Kayu Bakar di Rumah Tangga Pedesaan. J Promot Prev. 2025;8(6):1740–50.
24. Blount RJ, Phan H, Trinh T, Dang H, Merrifield C, Zavala M, et al. Indoor air

pollution and susceptibility to tuberculosis infection in urban Vietnamese children. Am J Respir Crit Care Med. 2021;204(10):1211–21.

25. Ekaristi Natali Liwongan G, Everdina Susanna Kawengian S, Sam Leonard Bolang A. Hubungan Antara Riwayat Penyakit Infeksi dengan Status Gizi Anak di SD Negeri 72 Manado. J Glob Ilm. 2025;2(5):1–14.
26. Marlina S. Hubungan Pengetahuan Ibu tentang ISPA dengan Perilaku Pencegahan pada Balita. J Ilmu Kesehat. 2025;01(01):8–14.
27. Alsharif AM, Alsharef AK, Al Qureshia HK, Alshareef AM, Alzmanan MNH, Alqirad HMBA, et al. Exploring the Connections Between Environmental Changes and Health Issues Like Respiratory Diseases and Infectious Outbreaks: A Critical Analysis. J Ecohumanism. 2024;3(6):1916–22.
28. Nirmala, Suwandi N, Ayyub FR. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida ($SO_2$) Dan Total Suspended Particulates (TSP) Terhadap Penyakit Ispa Di Sekitar Kawasan Centre Point Of Indonesia (CPI) Kota Makassar. J Din Kesehat Masy. 2025;3(01):1.
29. Assmuth T, Chen X, Degeling C, Haahtela T, Irvine KN, Keune H, et al. Integrative concepts and practices of health in transdisciplinary social ecology. Socio-Ecological Pract Res. 2020;2(1):71–90.