
Risk of Humidity, Temperature, Air Germ Rate, Occupancy Density, and Family Members Who Smoke on The Incidence of Pneumonia in Toddlers: Meta-Analysis

Errisa

Department

ABSTRACT

Pneumonia is an acute respiratory disease that affects the human lungs. According to the World Health Organization (WHO), pneumonia accounted for about 14% of deaths in children worldwide in 2019. In 2018, Basic Health Research (Riskesdas) data stated that the incidence rate in Indonesia was around 2.1%, with the highest incidence rate at 12 to 23 months of age. Children with compromised immune systems may experience recurrent pneumonia or have difficulty coping effectively with the disease. This study analyzes the association between physical environmental risk factors, humidity, temperature, air germ count, occupancy density, and family members smoking inside the house with the incidence of pneumonia among under-fives in Indonesia from 2013-2023. This literature review used a quantitative meta-analysis method by combining 36 articles that met the criteria. The results of the meta-analysis showed that the variable of air humidity in the house was the most influential variable with a risk value of 4.854 times compared to other variables. The conclusion is the families can pay more attention to indoor air humidity in the house which is a major variable in the occurrence of pneumonia, such as increasing natural lighting, modifying the physical building, and using aids to reduce air humidity.

Keywords: Humidity, Temperature, Air Germs, Smoking, Pneumonia

**Corresponding Author:*

PENDAHULUAN

Pneumonia adalah infeksi saluran pernapasan akut yang menyerang organ paru-paru (alveoli) manusia yang disebabkan oleh bakteri, virus, atau jamur. Gejala pneumonia meliputi batuk, kesulitan bernapas, demam atau tanpa demam, napas cepat, gerakan dada, dan mengi/bunyi napas, yang lebih sering terjadi pada pneumonia yang disebabkan oleh virus. Pneumonia dapat menyerang semua kelompok usia, namun kematian akibat pneumonia sering terjadi pada bayi dan balita (1,2). Hingga saat ini, pneumonia masih menjadi penyebab tingginya angka kesakitan dan kematian pada balita. Menurut WHO, pneumonia menyumbang sekitar 14% kematian pada anak balita di seluruh dunia pada tahun 2019. Secara global, kasus pneumonia terjadi lebih dari 1.400 per 100.000 anak atau sedikitnya satu kasus per 71 anak setiap tahunnya. Pada tahun 2019, Unicef menyatakan bahwa insiden tertinggi di Asia Selatan adalah 2.500 kasus per 100.000 anak, dan di wilayah Afrika Barat dan Tengah adalah 1.620 kasus per 100.000 anak. Pada tahun 2018, Riskesdas

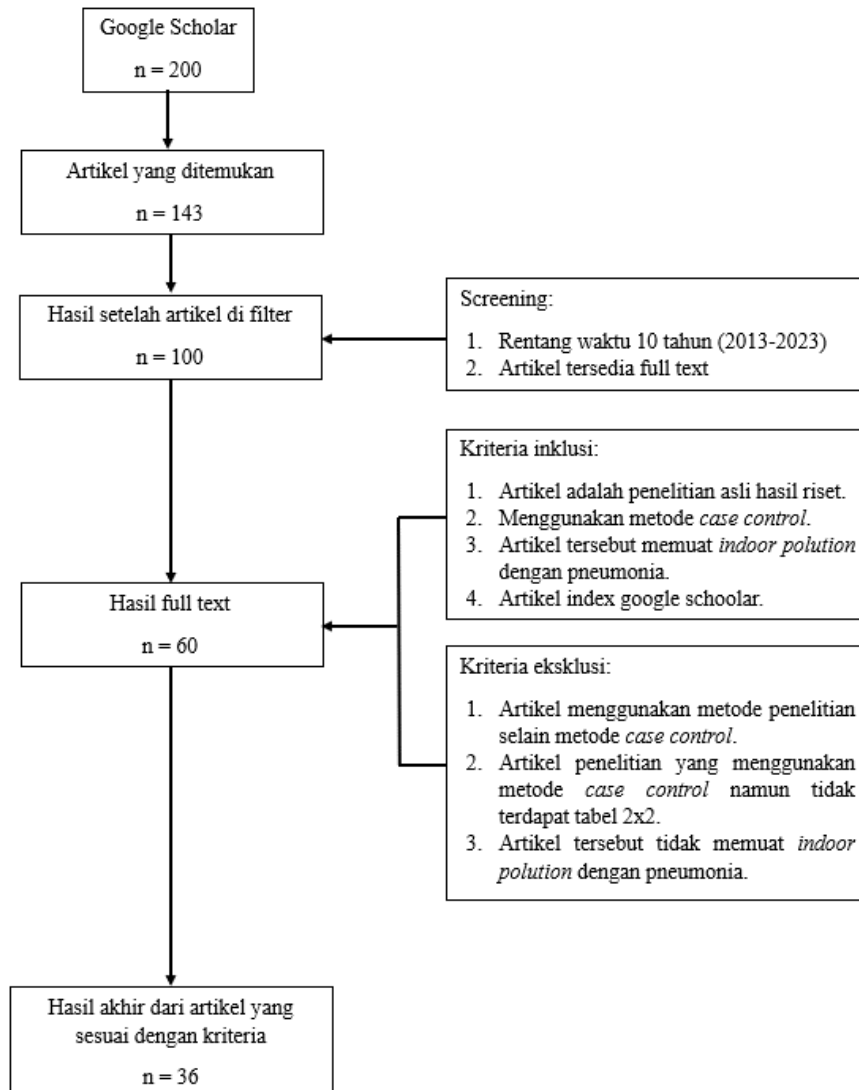
menyatakan bahwa angka kejadian di Indonesia sekitar 2,1%, dengan angka tertinggi pada usia 12-23 bulan (3).

Pneumonia dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pejamu (*host*) (usia, status gizi, jenis kelamin, status imunisasi dasar, pola pemberian ASI, dan suplemen vitamin A), *agent* (*Streptococcus pneumoniae*, *Hemophilus influenzae*, and *Staphylococcus aureus*), sosial (pekerjaan orang tua dan tingkat pendidikan ibu), dan faktor lingkungan fisik (kepadatan hunian, polusi udara dalam ruangan, ventilasi, penggunaan obat nyamuk, asap rokok, dan jenis bahan bakar). Peningkatan kasus pneumonia dapat menjadi petunjuk adanya gangguan pada sistem kekebalan tubuh (4). Sebagian besar balita yang sehat dapat melawan infeksi dengan sistem kekebalan tubuh alaminya, sedangkan balita dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah memiliki risiko lebih tinggi terkena pneumonia. Kekuatan sistem kekebalan tubuh dapat menurun karena kekurangan nutrisi, terutama pada bayi yang tidak mendapatkan ASI eksklusif. Anak-anak dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah dapat mengalami pneumonia berulang atau mengalami kesulitan untuk mengatasi penyakit ini secara efektif. Angka kematian pada balita akibat pneumonia adalah 0,08%.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini menganalisis hubungan antara faktor risiko lingkungan dan fisik, yaitu kelembaban, suhu, angka kuman udara, kepadatan hunian, anggota keluarga yang merokok di dalam rumah dengan kejadian pneumonia pada balita di Indonesia pada tahun 2013-2023.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis, yaitu metode statistik yang menggabungkan secara kuantitatif dua atau lebih penelitian yang serupa dengan menentukan *effect size* atau nilai ringkasan melalui Jeffrey's Amazing Statistics Program (JASP) *software*. Metode meta-analisis bersifat kuantitatif karena menggunakan perhitungan numerik dan statistik untuk tujuan praktis, seperti mengumpulkan dan mengekstrak informasi dari kumpulan data yang besar.



Gambar 1. Diagram Alir Prisma Analisis Risiko Kelembaban, Suhu, Angka Kuman Udara, Kepadatan Hunian, dan Anggota Keluarga yang Merokok terhadap Kejadian Pneumonia pada Balita

Semua artikel dari pencarian Google Scholar terkait dengan penelitian pneumonia pada anak di bawah lima tahun pada tahun 2013-2023. Kata kuncinya adalah kelembaban, suhu, angka kuman udara, kepadatan hunian, anggota keluarga yang merokok, dan pneumonia. Kemudian, artikel yang dipilih harus bersifat *open access*, *full text*, dan menggunakan metode *case-control*. Kompilasi data dari 36 artikel yang memenuhi kriteria tersebut akan dianalisis untuk mengetahui risiko antara variabel independen dan dependen. Variabel independen meliputi kelembaban, suhu, angka kuman udara, kepadatan hunian, dan anggota keluarga yang merokok. Sementara itu, variabel dependen adalah kejadian pneumonia.

Analisis ini bertujuan untuk memperoleh estimasi rasio odds gabungan dengan menggunakan metode *Mantel-Haenszel* untuk analisis *fixed-effect model* dan metode *DerSimonian-Laird* untuk analisis *random-effects model*. Dalam kasus di mana varian antar variabel heterogen atau jika nilai *p-value* heterogenitas

kurang dari 0,05 analisis menggunakan model efek acak. Meta-analisis menghitung nilai Rasio Prevalensi atau *Prevalence Ratio* (PR) dengan cara sebagai berikut:

1. Jika nilai *Prevalence Ratio* (PR) >1 dan interval kepercayaan tidak lebih dari 1, maka variabel tersebut memiliki faktor risiko terjadinya pneumonia pada balita.
2. Jika nilai *Prevalence Ratio* (PR) < 1 dan interval kepercayaan melebihi 1, maka variabel tersebut merupakan faktor protektif terhadap pneumonia pada balita.
3. Jika nilai *Prevalence Ratio* (PR) $=1$ dan interval kepercayaan tidak lebih dari 1, maka variabel ini tidak memiliki hubungan yang signifikan.

HASIL

1. Analisis Risiko Kelembaban Pada Kejadian Pneumonia Balita

Tabel 1. Uji Heterogenitas Meta-Analisis Kelembaban dengan Pneumonia *Fixed and Effects Model*

	Q	df	p
Omnibus test of Model Coefficients	37.279	1	$< .001$
Test of Residual Heterogeneity	22.389	9	0.008

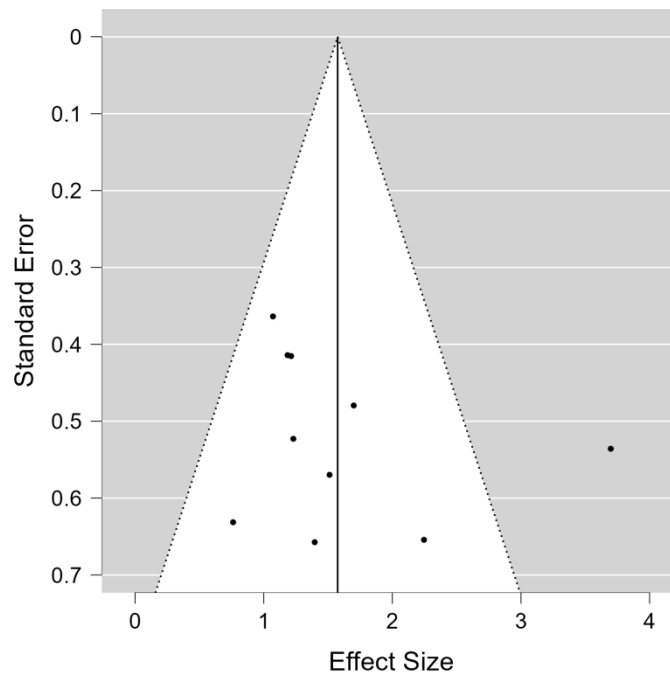
Note. *p* -values are approximate.

Note. The model was estimated using Restricted ML method.

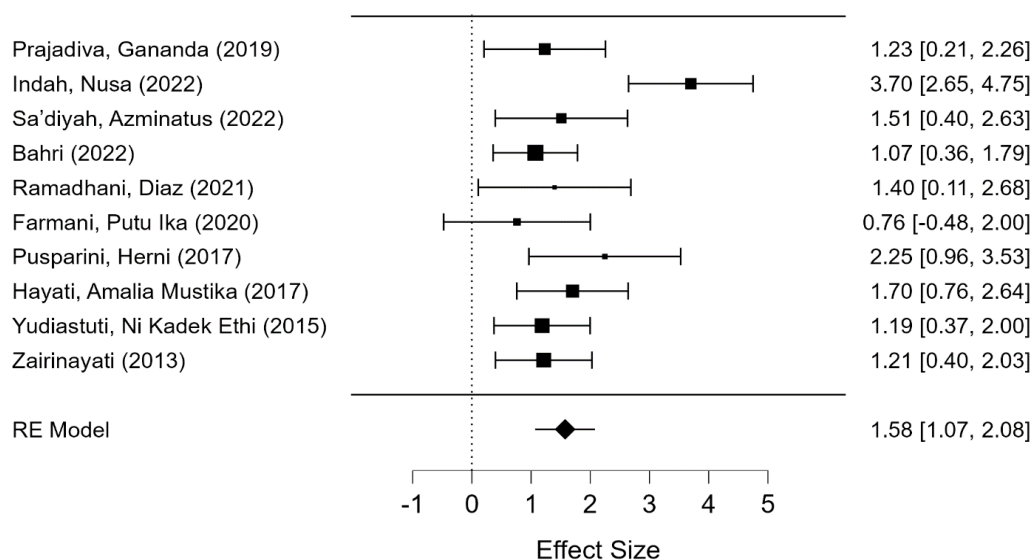
Tabel 2. *Egger's Test* Meta Analisis Risiko Kelembaban dengan Pneumonia

z	p
sei 0.729	0.466

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai P-value pada uji heterogenitas tidak signifikan sebesar 0,008 yang berarti bahwa variasi antar studi adalah heterogen, sehingga analisis ini menggunakan Restricted ML Model. Kemudian, Egger's test pada tabel 2 memperoleh nilai P-value sebesar 0,466 ($P\text{-value} > \alpha = 0,05$), yang berarti tidak ada indikasi bias publikasi.



Gambar 2. Funnel Plot Risiko Kelembaban dengan Pneumonia



Gambar 3. Forest Plot Risiko Kelembaban dengan Pneumonia

Pada gambar 2, model berbentuk simetris dengan satu plot di luar area segitiga. Pada Egger Test, tidak ada indikator bias publikasi karena sebagian besar artikel tidak bias. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, kelembaban udara yang memenuhi syarat berkisar antara 40% hingga 60%, sedangkan kelembaban udara ruangan yang tidak memenuhi syarat adalah >60%.

Forest Plot pada gambar 3 menunjukkan 10 artikel analisis data dengan rasio prevalensi $e^{1.58} = 4.854$ (value 95% CI 1.07-2.08). Kesimpulannya adalah rumah yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 4,854 kali lebih besar untuk mengalami pneumonia pada balita dibandingkan dengan kelembaban udara di rumah yang memenuhi syarat.

2. Analisis Risiko Suhu Terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Pada Balita

Tabel 3. Uji Heterogenitas Meta Analisis Suhu dengan Pneumonia *Fixed and Effects Model*

	Q	df	p
Omnibus test of Model Coefficients	9.689	1	0.002
Test of Residual Heterogeneity	34.945	10	< .001

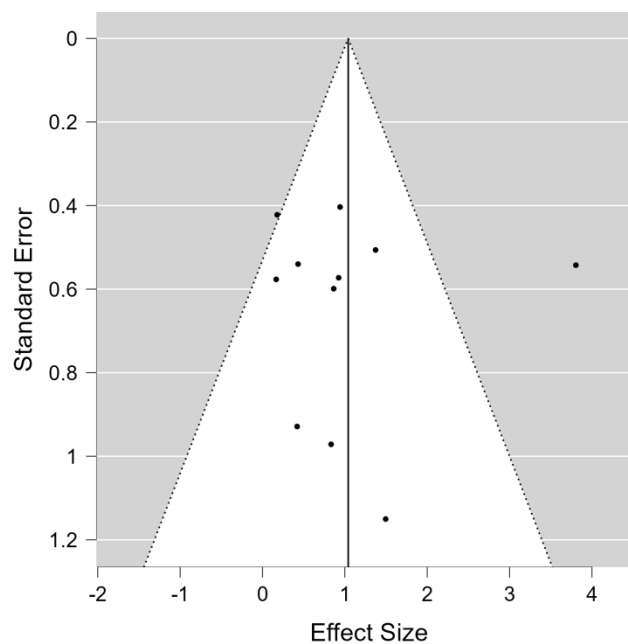
Note. *p* -values are approximate.

Note. The model was estimated using Restricted ML method.

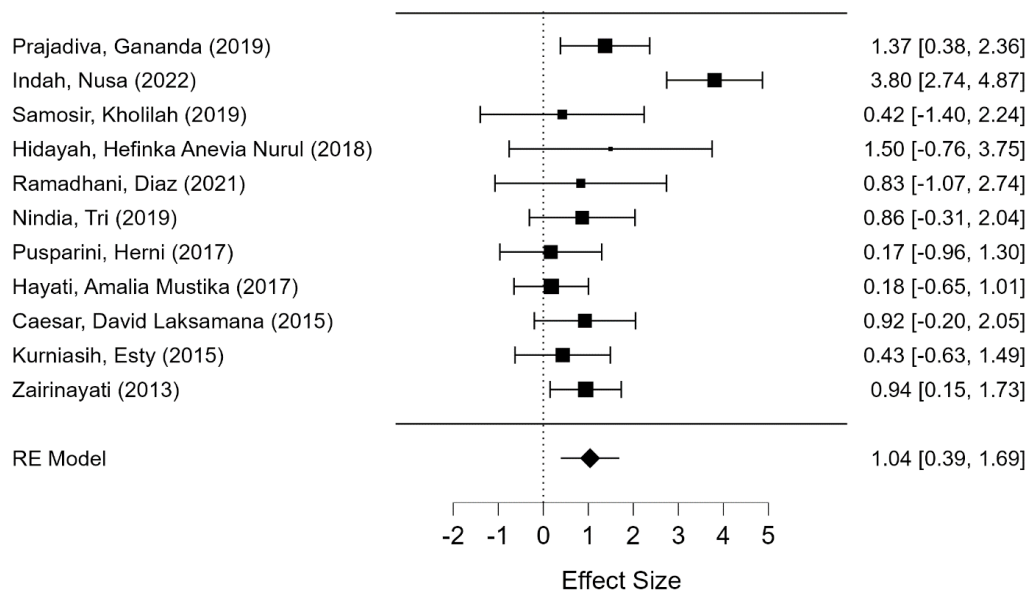
Tabel 4. *Egger's Test* Meta Analisis Risiko Suhu dengan Pneumonia

z	p
sei 0.009	0.993

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai P-value pada uji heterogenitas lebih kecil dari nilai 0,001 yang berarti variasi antar studi adalah heterogen, sehingga dalam analisis ini menggunakan Restricted ML Model. Kemudian, Egger's test pada tabel 4 diperoleh nilai P-value sebesar 0.993 ($P\text{-value} > \alpha = 0.05$), yang berarti tidak ada indikasi bias publikasi.



Gambar 4. Funnel Plot Risiko Suhu dengan Pneumonia



Gambar 5. Forest Plot Risiko Suhu dengan Pneumonia

Gambar 4 menunjukkan model asimetris, dengan dua plot di area Segitiga. Mikroorganisme patogen penyebab kasus pneumonia, Mikroorganisme patogen penyebab kasus pneumonia, dapat mati dan menghambat perkembangbiakannya pada suhu dan kelembaban tertentu. Pada Forest Plot pada gambar 5, hasil analisis data dari 11 artikel memiliki rasio prevalensi sebesar $e^{1.04} = 2.829$ (value 95% CI 0.39-1.69), dimana suhu memiliki risiko 2,829 kali lebih besar terkena pneumonia pada balita. Kondisi rumah dengan suhu yang tidak memenuhi syarat dalam jangka waktu yang lama akan meningkatkan kemungkinan anak tertular pneumonia.

3. Analisis Risiko Angka Kuman Udara Terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Pada Balita

Tabel 5. Uji Heterogenitas Meta Analisis Angka Kuman Udara dengan Pneumonia *Fixed and Effects Model*

	Q	df	p
Omnibus test of Model Coefficients	15.300	1	< .001
Test of Residual Heterogeneity	2.874	2	0.238

Note. *p* -values are approximate.

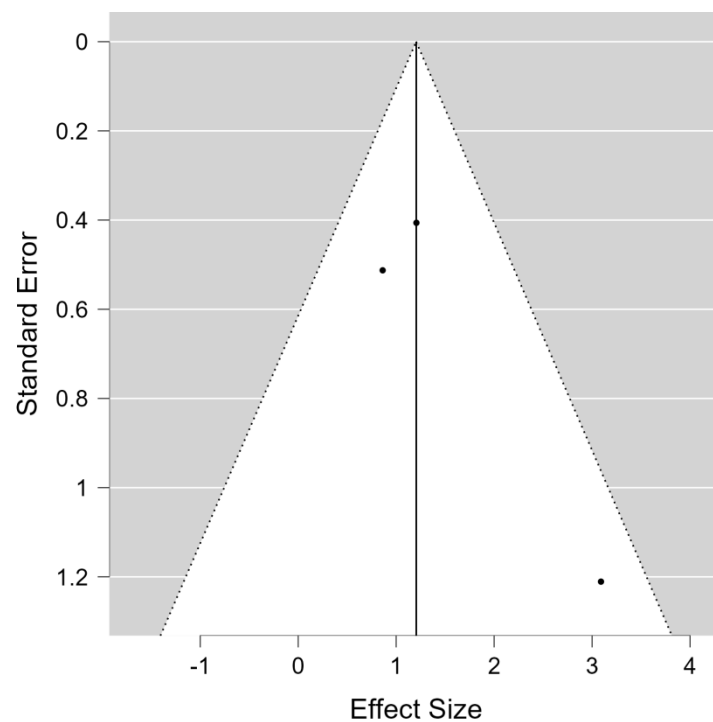
Note. The model was estimated using Fixed Effects method.

Tabel 6. *Egger's Test* Meta Analisis Risiko Angka kuman Udara dengan Pneumonia

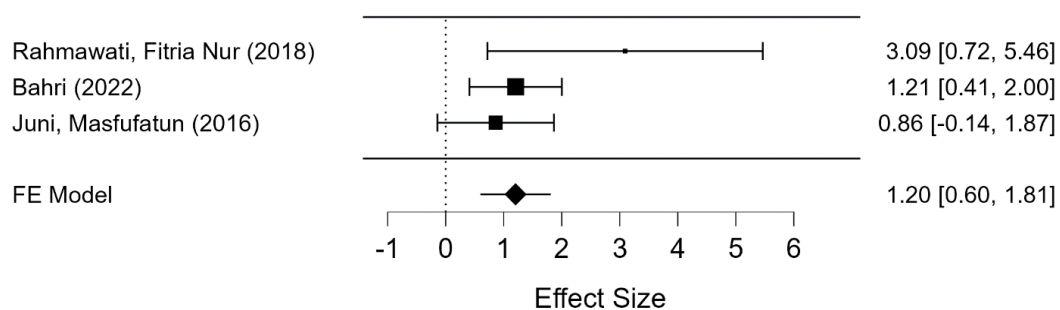
z	p
sei 1.421	0.155

Berdasarkan penggunaan uji *Fixed and Random Effects* pada tabel 5 menunjukkan bahwa nilai P-value pada uji heterogenitas lebih besar dari nilai α , yaitu 0,238 yang berarti variasi antar studi homogen dalam analisis ini menggunakan Fixed Effect Model. Berdasarkan tabel tersebut, uji Regression untuk asimetri

Funnel plot diperoleh nilai P-value sebesar 0.155 ($P\text{-value} > \alpha$), yang berarti tidak terdapat indikasi adanya bias publikasi.



Gambar 6. Funnel Plot Risiko Angka Kuman Udara dengan Pneumonia



Gambar 7. Forest Plot Risiko Angka Kuman Udara dengan Pneumonia

Gambar 6 menunjukkan model simetris dengan masing-masing plot di dalam area Segitiga. Konsisten dengan perhitungan Uji Egger, tidak ada indikasi bias publikasi. Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077/Menkes/Per/V/2011 menyatakan bahwa standar angka kuman udara dalam ruangan adalah maksimal <700 CFU/m³. Berdasarkan Forest Plot pada gambar 7, hasil analisis data dari 3 artikel memiliki rasio prevalensi $e^{1.20} = 3.32$ (value 95% CI 0.6-1.81). Disimpulkan bahwa jumlah angka kuman udara dalam ruangan yang tidak sesuai baku mutu memiliki risiko 3,32 kali lebih besar untuk terjadinya pneumonia pada balita dibandingkan dengan jumlah angka kuman udara dalam ruangan yang sesuai baku mutu.

4. Analisis Risiko Kepadatan Hunian Terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Pada Balita

Tabel 7. Uji Heterogenitas Meta Analisis Kepadatan Hunian dengan Pneumonia *Fixed and Effects Model*

	Q	df	p
Omnibus test of Model Coefficients	63.092	1	< .001
Test of Residual Heterogeneity	35.985	22	0.030

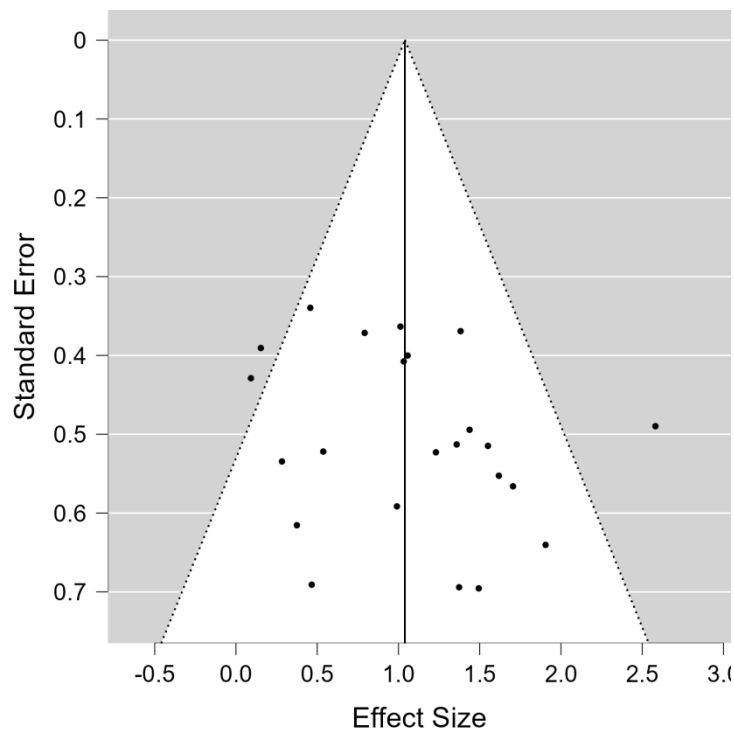
Note. *p* -values are approximate.

Note. The model was estimated using Restricted ML method.

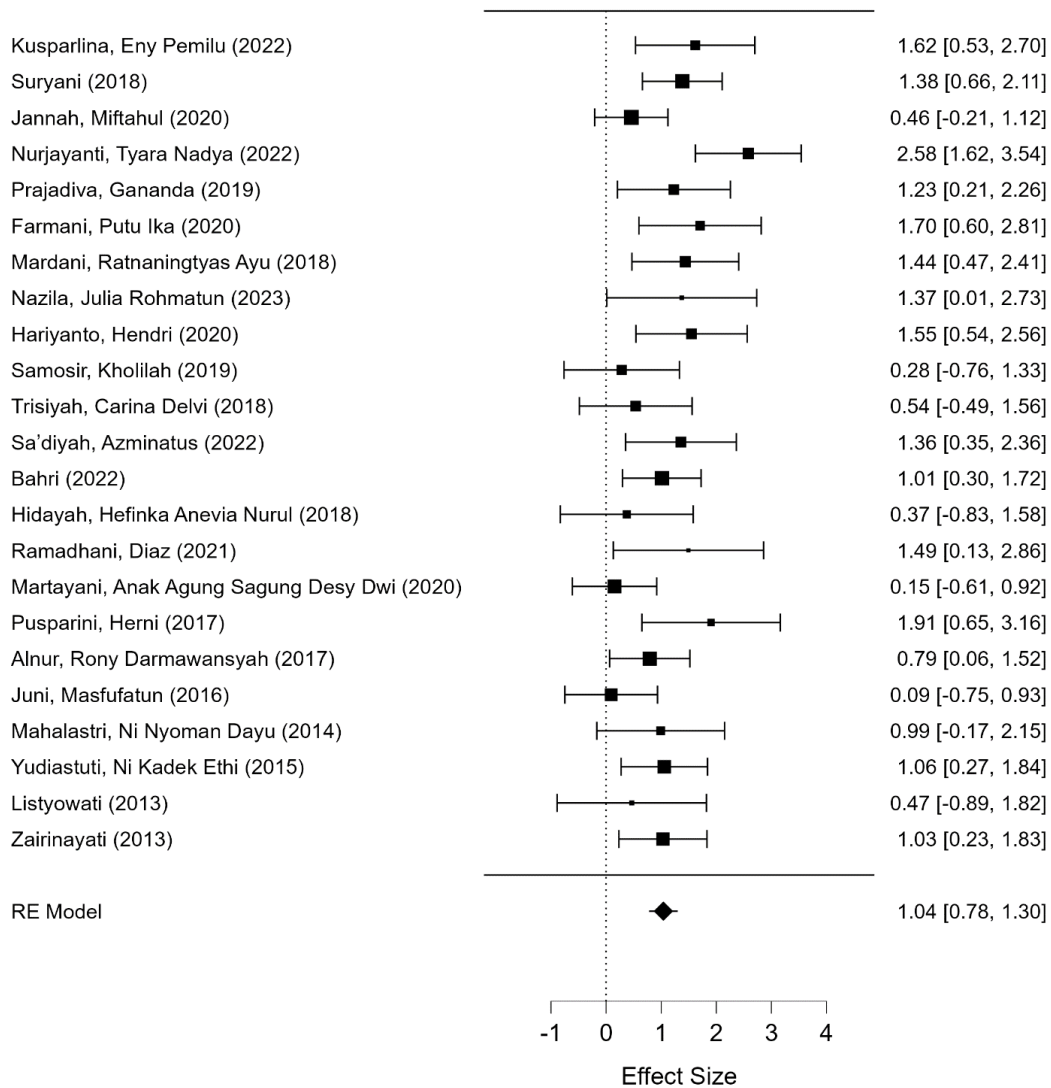
Tabel 8. Egger's Test Meta Analisis Risiko Kepadatan Hunian dengan Pneumonia

z	p
1.331	0.183

Kepadatan penduduk yang berlebihan menghasilkan dampak yang merugikan bagi kesehatan fisik dan mental. Penularan penyakit di rumah yang padat penduduk dapat terjadi dengan cepat. Kepadatan penghuni rumah sangat mempengaruhi perilaku, kondisi kesehatan, dan lingkungan rumah (Depkes RI, 1996). Berdasarkan Tabel 7, dengan menggunakan uji *Fixed and Random Effects*, terlihat bahwa nilai P-value pada uji heterogenitas lebih kecil dari nilai α yaitu 0,03 yang berarti variasi antar penelitian adalah heterogen, sehingga analisis ini menggunakan Restricted ML Model. Kemudian, pada tabel 8 diperoleh nilai P-value sebesar 0.183 ($P\text{-value} > \alpha = 0.05$), yang berarti tidak ada indikasi bias publikasi.



Gambar 8. Funnel Plot Risiko Kepadatan Hunian dengan Pneumonia



Gambar 9. Forest Plot Risiko Kepadatan Hunian dengan Pneumonia

Berdasarkan Gambar 8 memiliki model yang simetris dengan tiga plot di luar area Segitiga. Dengan perhitungan Egger Test, tidak ada indikasi bias publikasi. Peraturan kepadatan hunian rumah sudah tertuang dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999 yang menyatakan bahwa dengan ketentuan luas ruang tidur minimal 8 m dan digunakan ≤ 2 orang dalam satu ruang tidur. Berdasarkan Forest Plot pada gambar 9, hasil analisis data dari 23 artikel memiliki nilai prevalensi risiko sebesar $e^{1.04} = 2.829$ (value 95% CI 0.78-1.30), menunjukkan bahwa kepadatan hunian rumah yang padat memiliki risiko 2,829 kali lebih besar untuk mengalami pneumonia pada balita dibandingkan dengan kepadatan hunian rumah yang tidak padat.

5. Analisis Risiko Anggota Keluarga yang Merokok Terhadap Kejadian Penyakit Pneumonia Pada Balita

Tabel 9. Uji Heterogenitas Meta Analisis Anggota Keluarga yang Merokok dengan Pneumonia *Fixed and Effects Model*

	Q	df	p
Omnibus test of Model Coefficients	86.885	1	< .001

	Q	df	p
Test of Residual Heterogeneity	8.561	10	0.574

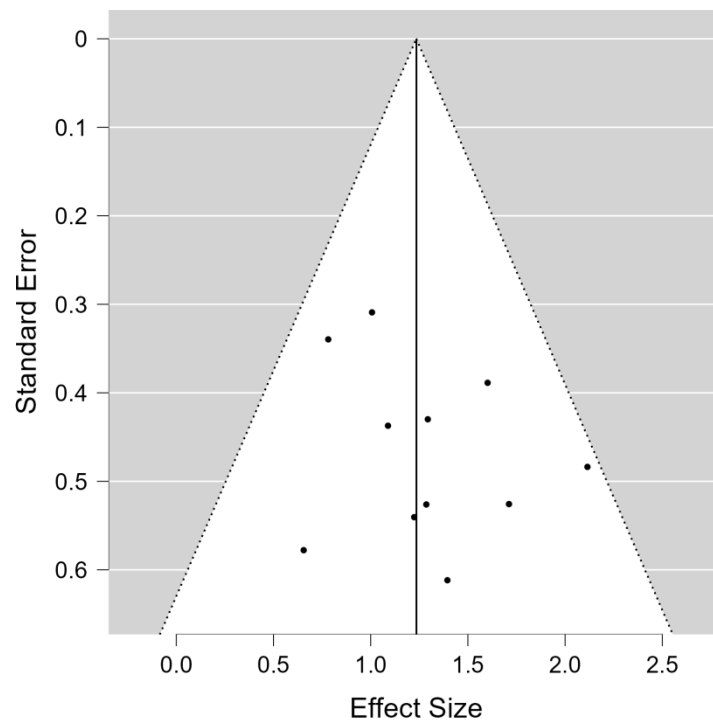
Note. *p* -values are approximate.

Note. The model was estimated using Fixed Effects method.

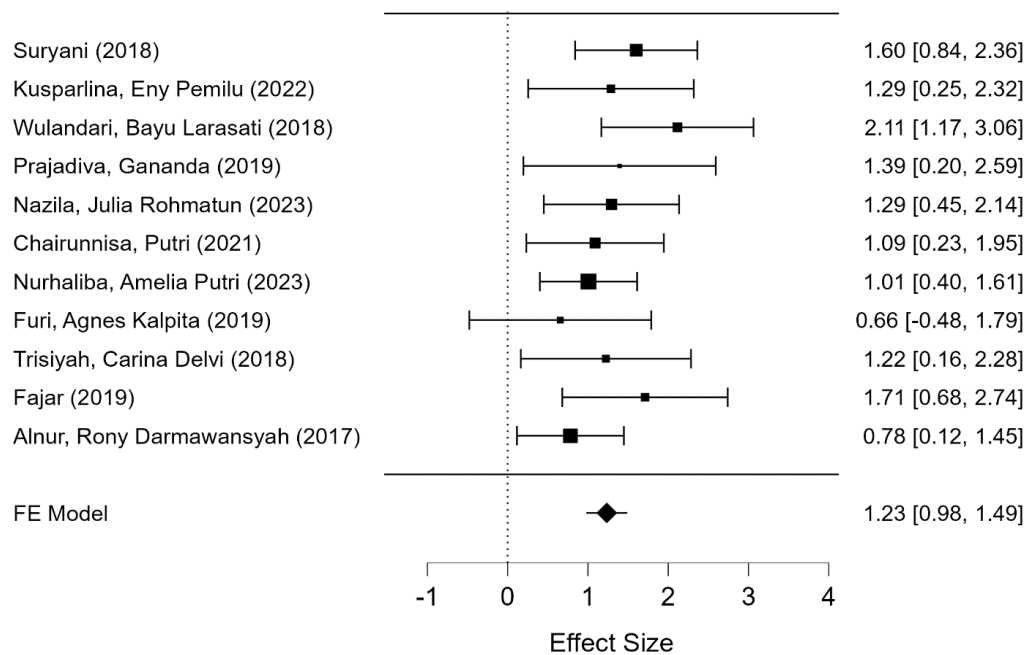
Tabel 10. *Egger's Test* Meta Analisis Risiko Anggota Keluarga yang Merokok dengan Pneumonia

z	p
sei 1.036	0.300

Salah satu faktor yang memengaruhi pneumonia pada balita adalah adanya anggota keluarga yang merokok. Keberadaan perokok dalam rumah dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu ada dan tidak ada. Berdasarkan tabel 9 diketahui bahwa nilai *P*-value pada uji heterogenitas lebih besar dari nilai α yaitu 0.574 yang berarti variasi antar penelitian adalah homogen sehingga dalam analisis ini menggunakan Fixed Effect Model. Berdasarkan tabel Regression test for Funnel plot asymmetry didapatkan nilai *P*-value sebesar 0.3 (*P*-value > $\alpha=0.05$) yang berarti tidak terdapat indikasi bias publikasi.



Gambar 10. Funnel Plot Risiko Perilaku Anggota Keluarga yang Merokok dengan Pneumonia



Gambar 11. Forest Plot Risiko Perilaku Anggota Keluarga yang Merokok dengan Pneumonia

Gambar 10 memiliki model yang simetris dengan setiap plot berada di dalam area segitiga. Berdasarkan perhitungan Egger Test, tidak ada indikasi adanya bias publikasi. Gambar 11 menunjukkan hasil analisis data dari 11 artikel yang memiliki rasio prevalensi $e^{1.23} = 3.421$ (value 95% CI 0.98-1.49). Disimpulkan bahwa perilaku merokok anggota keluarga memiliki risiko 3,421 kali lebih besar untuk mengalami pneumonia pada balita dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak merokok di dalam rumah.

6. Tabel Faktor yang Berisiko Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita

Tabel 11. Tabel Faktor yang Berisiko terhadap Kejadian Pneumonia pada Balita

Independent Variable	n (Articles)	Exponential Fixed Effects (FE) Models	Egger Test
Humidity	10	1.58 (4.854)	0.466 (Unbiased)
Smoking Behavior	11	1.23 (3.421)	0.3 (Unbiased)
Air Germ Numbers	3	1.20 (3.32)	0.155 (Unbiased)
Temperature	11	1.04 (2.829)	0.993 (Unbiased)
Occupancy Density	23	1.04 (2.829)	0.183 (Unbiased)

Berdasarkan tabel faktor-faktor yang berisiko terjadinya pneumonia pada balita, terdapat tiga faktor tertinggi, yaitu kelembaban (4,854), perilaku merokok (3,421), dan jumlah kuman di udara (3,32).

PEMBAHASAN

Pneumonia disebabkan oleh bakteri, virus, dan jamur serta masuknya benda asing ke dalam paru-paru yang memicu peradangan. Faktor kualitas udara dalam ruangan seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, jumlah kuman, dan kepadatan hunian yang tidak memadai merupakan faktor risiko berkembangnya agen

penyebab pneumonia (5). Kelembaban udara sebuah rumah secara signifikan terkait dengan ventilasi rumah. Ventilasi rumah yang tertutup akan menghambat masuknya sinar matahari, sehingga menyebabkan peningkatan kelembaban udara. Selain dipengaruhi oleh ventilasi, kelembaban udara dipengaruhi oleh struktur dinding, kondisi iklim, dan cuaca (6). Berdasarkan gambar 2 dan 3, rumah yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 4,854 kali lebih besar untuk terjadinya pneumonia pada balita dibandingkan dengan rumah yang memenuhi syarat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Harahap, Anni Rorizki dkk pada tahun 2021, kelembaban dalam ruangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kejadian pneumonia. Tingkat kelembaban yang lebih tinggi akan mempengaruhi tingkat reproduksi bakteri dan protozoa patogen dan kelangsungan hidupnya di lingkungan (7). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Semarang, dengan menggunakan uji chi-square, didapatkan nilai p-value = 0,012, yang menunjukkan bahwa kondisi kelembaban rumah yang banyak yang tidak memenuhi syarat dapat menjadi pemicu timbulnya gangguan di dalam rumah, terutama tumbuhnya bakteri patogen penyebab pneumonia (8,9).

Namun, suhu rendah dan kelembapan tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangannya yang cepat (10). Suhu di dalam rumah diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu suhu udara berkisar antara 18°C hingga 30°C dan suhu udara berkisar antara <18°C dan >30°C. Gambar 5 menunjukkan bahwa suhu tersebut memiliki risiko 2,829 kali lebih besar terkena pneumonia pada balita. Peningkatan risiko ini disoroti dalam penelitian yang dilakukan oleh Kabupaten Pati, hasil uji statistik menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara suhu dengan kejadian pneumonia pada balita dengan nilai p-value = 0,010 dan nilai OR = 12.571 (95% CI 1.535-102.970) (11). Sementara itu, terdapat penelitian di wilayah kerja Puskesmas Pekayon Jaya, Kota Bekasi, terdapat hubungan antara suhu rumah dengan kejadian pneumonia pada balita dengan menggunakan uji chi-square didapatkan nilai p-value = 0,021 dengan nilai risiko 3,3 kali lebih besar (value 95% CI 1.293-8.538) (12).

Kepadatan hunian dianggap tidak memadai jika luas rumah tidak sebanding dengan jumlah anggota keluarga yang ada di dalamnya. Luas rumah yang tidak sebanding dengan jumlah anggota keluarga menyebabkan ketidakseimbangan yang berpotensi meningkatkan jumlah mikroorganisme patogen penyebab penyakit, terutama pada kondisi yang dapat menyebar melalui kontak atau udara (13). Berdasarkan hasil penelitian ini, kepadatan hunian rumah yang padat memiliki risiko 2,829 kali lebih besar untuk mengalami pneumonia pada balita dibandingkan dengan kepadatan hunian rumah yang tidak padat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari penelitian Fera Novitry (2020) yang menyatakan bahwa responden yang tidak memenuhi syarat dan menderita pneumonia 42,3% lebih besar dibandingkan dengan responden dengan kepadatan hunian rumah yang memenuhi syarat dan menderita pneumonia. Berdasarkan hasil uji chi-square, terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan hunian dengan kejadian pneumonia (14). Selain itu, penelitian di BLUD Rumah Sakit Konawe menemukan bahwa kepadatan hunian rumah menjadi faktor kejadian pneumonia, dengan nilai OR 3,223 dan persentase faktor risiko 19,04% (15).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel angka kuman udara dalam ruangan yang tidak memenuhi baku mutu memiliki risiko 3,32 kali lebih besar untuk terjadinya pneumonia pada balita dibandingkan dengan angka kuman udara dalam ruangan yang memenuhi baku mutu. Jumlah kuman udara

dalam ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dipengaruhi oleh pertukaran udara yang hanya terjadi secara optimal (16). Pertukaran udara yang tidak dapat terjadi karena terbatasnya jumlah penghuni di dalam ruangan membuat sirkulasi udara menjadi terhambat. Sejalan dengan hasil penelitian David, Nurjazuli, dan Nur Endah (2018), terdapat tiga bakteri patogen di sembilan rumah atau 12,86% (8). Dari sembilan rumah tersebut, dua rumah merupakan responden kontrol dan tujuh rumah merupakan responden kasus. Kuman penyebab pneumonia akan masuk ke dalam tubuh melalui udara dengan cara terhirup ke dalam paru-paru. Kemudian, kuman dari paru-paru menyebar ke bagian tubuh lainnya melalui sistem peredaran darah, saluran getah bening, saluran napas (Bronkus), atau langsung ke bagian tubuh lainnya (17).

Kejadian pneumonia juga dapat disebabkan oleh sumber polutan di dalam ruangan, seperti asap rokok. Asap rokok dapat berbahaya bagi orang-orang di sekitarnya, terutama anak-anak yang masih memiliki sistem kekebalan tubuh yang rendah. Di dalam ruangan tertutup, asap terkumpul dalam konsentrasi yang sesuai dengan jumlah perokok di dalam ruangan, jenis rokok, jumlah rokok yang dihisap, dan karakteristik ruangan, seperti ukuran, ventilasi, suhu, dan kelembaban (18). Keberadaan perokok pada anggota keluarga di dalam rumah dapat menyebabkan polusi udara akibat paparan asap rokok yang nantinya dapat mengganggu mekanisme pertahanan sistem pernapasan. Penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku merokok pada anggota keluarga memiliki risiko 3,421 kali lebih besar untuk mengalami pneumonia pada balita dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak merokok di dalam rumah. Sejalan dengan penelitian di Cimahi, *Streptococcus pneumoniae* lebih berisiko pada balita yang terpapar asap rokok dengan nilai *p*-value 0,016 dibandingkan dengan balita yang tidak terpapar. Risiko meningkat jika ada anggota keluarga yang merokok dalam satu rumah atau ruangan yang sama dengan balita (19). Namun, penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Hendri Hariyanto (2020), yang menemukan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan (*p*-value = 0,79) antara perilaku keluarga yang merokok dengan kejadian pneumonia di wilayah kerja Puskesmas Pandanaran pada tahun 2018 (20).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil meta analisis, kelembaban rumah merupakan faktor risiko tertinggi terjadinya pneumonia pada balita, dengan nilai risiko 4,854 kali terjadinya pneumonia pada balita dibandingkan dengan kelembaban rumah yang memenuhi syarat. Kemudian, variabel dengan nilai risiko tertinggi kedua terjadinya pneumonia pada balita adalah perilaku anggota keluarga yang merokok, dengan nilai prevalensi risiko meningkat lebih dari 3,421 kali lipat dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak merokok di dalam rumah. Variabel dengan nilai risiko tertinggi ketiga adalah jumlah kuman di udara, dengan risiko pneumonia pada balita meningkat 3,32 kali lipat ketika jumlah kuman di udara tidak memenuhi syarat. Meskipun variabel lain memiliki peluang paling kecil, namun tetap berpengaruh terhadap risiko terjadinya pneumonia pada balita. Berdasarkan penelitian ini, harapannya keluarga terutama yang berusia lanjut dapat memperhatikan kelembaban rumah yang merupakan variabel utama terjadinya pneumonia. Upaya yang dapat dilakukan, seperti menambah pencahayaan alami di dalam rumah, memodifikasi fisik bangunan, dan menggunakan alat bantu untuk mengurangi kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sam NA, Sumarni, Sabir M, Syamsi N. PNEUMONIA : LAPORAN KASUS. Jurnal Medical Profession (Medpro) [Internet]. 2023 Sep 22;5(2):146–53. Available from: <https://jurnal.fk.untad.ac.id/index.php/medpro/article/view/881>
2. Veridiana NN, Octaviani O, Nurjana MA. Faktor Internal dan Eksternal Kejadian Pneumonia pada Anak Bawah Dua Tahun di Indonesia. Buletin Penelitian Kesehatan [Internet]. 2021 Dec 1;49(3):145–54. Available from: <http://ejournal2.bkpk.kemkes.go.id/index.php/bpk/article/view/4802>
3. Juni M, Nurjazuli N, Suhartono S. Hubungan Faktor Kualitas Lingkungan Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas Banjarmangu 1 Kabupaten Banjarnegara. JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN INDONESIA [Internet]. 2016 Apr 14;15(1):6–13. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/12309>
4. Afriani B, Oktavia L. Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Bayi. Babul Ilmi Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan [Internet]. 2021 [cited 2023 Oct 14];13(2):26–38. Available from: <https://jurnal.stikes-aisyiyah-palembang.ac.id/index.php/Kep/article/view/895#:~:text=Ada%20beberapa%20faktor%20yang%20mempengaruhi,pemberian%20ASI%20ekslusif%20pada%20bayi.>
5. Sarim DA, Budiyo, Darundiati YH. Hubungan antara Kualitas Udara dalam Ruang dengan Kejadian Pneumonia pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia. 2019;18(3):12–8.
6. Trisiyah CD, W CU. Hubungan Kondisi Lingkungan Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada balita di Wilayah Kerja Puskesmas Taman Kabupaten Sidoarjo. The Indonesian Journal of Public Health. 2018;13(1).
7. Fajar, Sulistiyani, Setiani O. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Mijen Kota Semarang. Jurnal Kesehatan Ibnu Sina [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 14];1(1):1–10. Available from: <http://ojs3.lppm-uis.org/index.php/J-KIS/article/view/1>
8. Caesar DL, Nurjazuli, Wahyuningsih NE. Hubungan Jumlah Bakteri Patogen dalam Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Ngesrep Banyumanik Semarang Tahun 2014. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia. 2015;14(1):21–6.
9. Caesar DL. Hubungan Faktor Lingkungan Rumah dengan kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Ngesrep banyumanik Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Cendekia Utama. 2015;3(1).
10. Bahri B, Raharjo M, Suhartono S. Hubungan Kondisi Fisik Lingkungan Rumah dan Angka Kuman Udara Dengan Kejadian Pneumonia Balita (Studi di Wilayah Kerja Puskesmas Baturraden II Banyumas). Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Internet]. 2022 Jun 30 [cited 2023 Oct 14];21(2):170–9. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/45606>
11. Samosir K, Eustasia E. Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia di Wilayah Kerja Puskesmas Jatibarang Kabupaten Indramayu. Jurnal Kesehatan Terpadu (Integrated

- Health Journal) [Internet]. 2019;10(2):36–43. Available from: <https://www.jurnalpoltekkesmaluku.com/index.php/JKT/article/view/43/25>
12. Fatichaturrachma S, Suhartono, Dharminto. Hubungan lingkungan fisik rumah dengan kejadian penyakit pneumonia pada balita di wilayah kerja Puskesmas Pekayon Jaya Kota Bekasi. *ejournal3.undip.ac.id* [Internet]. 2016;2016(1):187–95. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/137957-ID-hubungan-lingkungan-fisik-rumah-dengan-k.pdf>
 13. Zairinayati, Putri DH. Hubungan Kepadatan Hunian dan Luas Ventilasi Dengan Kejadian ISPA Pada Rumah Susun Palembang. *Indonesian Journal for Health Sciences* [Internet]. 2020;4(2):121–8. Available from: <https://journal.umpo.ac.id/index.php/IJHS/article/view/2488/1536>
 14. Novitry F, Permatasari D. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita 12-59 Bulan di Kelurahan Talang Jawa Kabupaten Oku. *Jurnal Kesehatan Abdurrahman*. 2020;9(2):25–32.
 15. Nurhaliba AP, Saafi LO, Akbar MI. Faktor Risiko Kejadian Penyakit Pneumonia pada Balita di BLUD Rumah Sakit Konawe. *Jurnal Healthy Mandala Waluya* [Internet]. 2023 Apr 30 [cited 2023 Oct 14];2(1):149–61. Available from: <https://ejournal.umw.ac.id/jhmw/article/view/141>
 16. El Syani F, Budiyo, Raharjo M. Hubungan faktor risiko lingkungan terhadap kejadian penyakit pneumonia balita dengan pendekatan analisis spasial di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2015;3(3):732–44.
 17. Munthe SA, Wasniman. Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Siberida Kecamatan Batang Gansal Tahun 2015 [Internet]. Vol. 1, *Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat*. 2016 [cited 2023 Oct 5]. Available from: <http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JMKM/article/view/44>
 18. Dwimawati E, Yanuaringsih GP, Pangaribuan R, Olivia N, Gurning FP, Pratama MY. Smoke Exposure at Home to the Incidence of Pneumonia in Children Under 5 Years Old. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2024 Jan 30];15(1):1872–8. Available from: <https://medicopublication.com/index.php/ijfmt/article/view/13683>
 19. Fahimah R, Kusumowardani E, Susanna D. Home Air Quality And Case Of Pneumonia In Children Under Five Years Old (In Community Health Center of South Cimahi and Leuwi Gajah, City of Cimahi). *Makara Journal of Health Research*. 2014 Sep 11;18(1).
 20. Hariyanto H. Kejadian Pneumonia pada Anak Usia 12-59 Bulan. *Higeia*. 2020;4(Special 3).
 21. Alnur RD, Ismail D, Siwi Padmawati R. Kebiasaan merokok keluarga serumah dengan kejadian pneumonia pada balita di kabupaten Bantul tahun 2015. *Berita Kedokteran Masyarakat (BKM Journal of Community Medicine and Public Health)* [Internet]. 2017 [cited 2023 Oct 14]; Available from: <https://journal.ugm.ac.id/bkm/article/view/12832>

22. Armina A, Wulansari A. Korelasi Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Balita di Dua Puskesmas Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* [Internet]. 2020 Feb 5 [cited 2023 Oct 14];20(1):272–6. Available from: <http://ji.unbari.ac.id/index.php/ilmiah/article/view/801>
23. Fatichaturrachma S, Suhartono, Dharminto. Hubungan lingkungan fisik rumah dengan kejadian penyakit pneumonia pada balita di wilayah kerja Puskesmas Pekayon Jaya Kota Bekasi. *ejournal3.undip.ac.id*. 2016;2016(1):187–95.
24. Chairunnisa P, Nugrohowati N, Chairani A. Analisis Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Cinere Kota Depok Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 5];11(1). Available from: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-humaniora/article/view/949>
25. Kurniasih E, Suhartono, Nurjazulil N. Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita (Studi Kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Candi Lama Kecamatan Candisari Kota Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat* [Internet]. 2015 Mar 2;3(1):501–12. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/11521>
26. Harahap AR, Kusumawati N, Lestari RR. Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Desa Tarai Bangun Wilayah Kerja UPT BLUD Puskesmas Tambang. *Kesehatan Tambusai* [Internet]. 2021;2(3):296–307. Available from: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/2337>
27. Hayati AM, Suhartono, Winarni S. Hubungan Antara Faktor Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Semin I Kabupaten Gunung Kidul. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)* [Internet]. 2017;5(5):441–50. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/19166>
28. Indah N, Suryani L, Rosalina S. Analisis Faktor Risiko Kejadian Pneumonia Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sidorejo Kota Pagar Alam. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA* [Internet]. 2022;5(2):370–81. Available from: <https://journal.ukmc.ac.id/index.php/joh/article/view/683>
29. Hidayah. Analisis Faktor Risiko Lingkungan Fisik terhadap Kejadian Pneumonia pada Balita di Kelurahan Bujel Kediri. *Widow of Health; Jurnal Kesehatan*. 2018;1(4):328–36.
30. Jannah M, Abdullah A, Hidayat M, Asrar Q. Analisis Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Balita Di Wilayah Kerja Uptd Puskesmas Banda Raya Kota Banda Aceh Tahun 2019. *Jukema (Jurnal Kesehatan Masyarakat Aceh)* [Internet]. 2020;6(1):20–8. Available from: <http://ejournal.unmuha.ac.id/index.php/JKMA/article/view/797/227>
31. Kementerian Kesehatan RI. LAPORAN KINERJA 2022 [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 5]. Available from: <https://p2pm.kemkes.go.id/storage/informasi-publik/content/GHwE3BiLbOrvZZPKY1Pm91BIRWqzE4-metaTGFwa2luIFAyUE0gMjAyMi5wZGY=-.pdf27>. Kusparlina EP, Wasito E. Faktor Intrinsik dan Extrinsik yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia. *Global Health Science*. 2022;7(4):149–55.

32. Kusparlina EP, Wasito E. Faktor Intrinsik dan Extrinsik yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia. *Global Health Science*. 2022;7(4):149–55.
33. Listyowati. Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Tegal Barat Kota Tegal. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro* [Internet]. 2013;2(1). Available from: <https://www.neliti.com/publications/18777/hubungan-kondisi-lingkungan-fisik-rumah-dengan-kejadian-pneumonia-pada-balita-di>
34. Mahalastri NN dayu. Hubungan antara pencemaran udara dalam ruang dengan kejadian pneumonia balita. *Jurnal Berkala Epidemiologi* [Internet]. 2014;2(3):392–403. Available from: <https://e-journal.unair.ac.id/JBE/article/download/1305/1064>
35. Mardani R, Pradigdo S, Marwani A. Faktor risiko kejadian pneumonia pada anak usia 12-48 bulan (studi di wilayah kerja Puskesmas Gombang II Kabupaten Kebumen tahun 2017). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)* [Internet]. 2018;6(1):581–90. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/20155>
36. Martayani AASDD, Dwipayanti NMU, Yuliyatni PCD. Hubungan Paparan Asap Rokok dengan Risiko Pneumonia pada Balita di Kabupaten Gianyar. *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah Kesehatan* [Internet]. 2020;6(1):66–74. Available from: <https://www.lppm.poltekmmfh.ac.id/index.php/JPKIK/article/view/55>
37. Nazila JR, Wigunawanti RA, Prastika MK. Hubungan Kepadatan Rumah dan Keberadaan Perokok Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat* [Internet]. 2023;7(1):648–58. Available from: <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/prepotif/article/view/13079>
38. Nindia T, Santoso I, Juanda J. Kualitas Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan* [Internet]. 2019 Nov 24;16(2):809–12. Available from: <https://ejournal.kesling-poltekkesbjm.com/index.php/JKL/article/view/196>
39. Prajadiva G, Ardillah Y. Determinan Lingkungan Fisik Rumah Terhadap Pneumonia pada Balita di Pinggiran Sungai Musi. *Jurnal Kesehatan*. 2019;(1).
40. Nurjayanti TN, Maywati S, Gustaman RA. Hubungan Kondisi Fisik Rumah Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Kawasan Padat Penduduk Kota Tasikmalaya (Studi Kasus Di Wilayah Kerja Puskesmas Tawang). Vol. 18, *Jurnal Kesehatan komunitas Indonesia*. 2022.
41. Pratiwi DS, Yunus Moch, Gayatri RW. Hubungan Antara Faktor Perilaku Orang Tua Dengan Kejadian Pneumonia Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Dinoyo Kota Malang. *Preventia: The Indonesian Journal of Public Health*. 2018;3(2):102–30.
42. Pusparini H, Cahyono T, Budiono Z. Risiko Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Puskesmas II Sumpiuh Kabupaten Banyumas Tahun 2016. *Buletin Keslingmas* [Internet]. 2017;36(1):75–82. Available from: <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/article/view/3007>

43. Putriani A, Saleh I, Hernawan AD. Faktor Risiko Lingkungan Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Uptd Puskesmas Kecamatan Pontianak Selatan. *Jurnal Mahasiswa dan Penelitian Kesehatan* [Internet]. 2014;1(1):103–15. Available from: <https://openjurnal.unmuhpnk.ac.id/JJUM/article/view/102>
44. Rahmawati FN. Hubungan Sanitasi Rumah dan Angka Kuman Udara Kamar Tidur dengan Kasus Pneumonia Balita di Kecamatan Kenjeran Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* [Internet]. 2018;10(3):306–12. Available from: <https://repository.unair.ac.id/69699/>
45. Sa'diyah A, Utomo B, Hikmandari H. Faktor Risiko Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita. *Buletin Keslingmas* [Internet]. 2022 Mar 31;41(1):23–31. Available from: <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/article/view/3509>
46. Ramadhani D, Nurhaidah, Narwati. Hubungan Kondisi Fisik Rumah dan Tingkat Ekonomi Orangtua Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita (Studi Kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Sukodono). *GEMA LINGKUNGAN KESEHATAN* [Internet]. 2021 Feb 1;19(1):29–34. Available from: <http://journal.poltekkesdepkes-sby.ac.id/index.php/KESLING/article/view/ART51912021>
47. Suryani, Hadisaputro S, Zain S. Faktor Risiko Lingkungan Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita (Studi di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kota Bengkulu). *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan* [Internet]. 2018;4(1):26–31. Available from: <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/5836>
48. Sari EL, Suhartono, Joko T. Hubungan Antara Kondisi Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Pati I Kabupaten Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*. 2014;2(1):56–61.
49. Wulandari BL. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Batita Di Puskesmas Tanjung Marulak Kecamatan Rambutan Kota Tebing Tinggi Tahun 2015. *JURNAL MUTIARA KESEHATAN MASYARAKAT* [Internet]. 2018 Jun 12;3(1):22–34. Available from: <http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JMKM/article/view/406>
50. Zairinayati, Udiyono A, Hanani Y. Analisis Faktor Lingkungan Fisik Rumah Yang Berhubungan Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Sosial Kecamatan Sukarame Palembang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* [Internet]. 2013;1(2):11–20. Available from: <http://jmm.ikestmp.ac.id/index.php/maskermedika/article/view/216>
51. Yudiastuti NKE, Sawitri AAS, Wirawan DN. Duration of Exclusive Breastfeeding, Housing and Environmental Conditions as Risk Factors of Pneumonia among Under-Five Children at Public Health Center II. *phpmarchive.org*. 2015;3(2):92–8.
52. Furi AK, Candra A, Rahadiyanti A. Hubungan Asupan Seng Dan Vitamin C Dengan Kejadian Tonsilitis Pada Balita Usia 2-5 Tahun Di Kelurahan Jomblang Kecamatan Candisari Kota Semarang. *Journal of Nutrition College*. 2019 Nov 25;8(3):107–14.