



## Literature Review : Pemilihan Terapi pada Pasien Pneumonia Berusia 0-18 Tahun

Dinda Ayu Lestari<sup>1\*</sup>, Tuhfatul Ulya<sup>2</sup>, Steve Pratama Tanjaya<sup>3</sup>, Faolananda Qurrota A'yun<sup>4</sup>, Ida Ayu Adriani Maheswari<sup>5</sup>, Achmad Hidayaturrohman<sup>6</sup>, Mitha Juliana Mustika<sup>7</sup>

<sup>1-7</sup> Program Studi Farmasi, Universitas Mataram, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [dindaayulestari531@gmail.com](mailto:dindaayulestari531@gmail.com)

**Abstract.** *Pneumonia is one of the leading causes of morbidity and mortality among children aged 0-18 years worldwide. Appropriate treatment is crucial for improving treatment outcomes and preventing complications and antibiotic resistance. This literature review aims to analyze treatment options for pneumonia in pediatric patients based on articles published in PubMed from 2024 to 2025. The method used involved searching for articles with the keywords “(Case Reports) AND (pneumonia) AND (in children)” using filters for free full text, case reports, English language, human subjects, and the 0-18-year-old age group. Of the 71 articles identified, 10 met the inclusion criteria. The review results indicate that pneumonia treatment in children is dominated by the use of antibiotics and supportive care. In cases of severe pneumonia and necrotizing pneumonia, intensive antimicrobial therapy, close monitoring, and management of complications are required. Modern diagnostic tests such as bronchoalveolar lavage fluid (BALF), rapid syndromic arrays, and metagenomic next-generation sequencing (mNGS) help identify pathogens more quickly and accurately, thereby allowing for more targeted therapy. Additionally, corticosteroids and immunoglobulins are used as adjunctive therapies in cases of severe inflammation. Accurate diagnosis and individualized therapy selection play a crucial role in improving clinical outcomes for pediatric pneumonia patients.*

**Keywords:** *Keywords: Antibiotics; Diagnostic testing; Pediatric pneumonia; Pediatrics; Pneumonia treatment.*

**Abstrak.** *Pneumonia merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak usia 0–18 tahun di dunia. Ketepatan terapi sangat penting untuk meningkatkan keberhasilan pengobatan dan mencegah komplikasi maupun resistensi antibiotik. Literature review ini bertujuan menganalisis pilihan terapi pneumonia pada pasien pediatrik berdasarkan artikel yang dipublikasikan di PubMed tahun 2024–2025. Metode yang digunakan berupa penelusuran artikel dengan kata kunci “(Case Reports) AND (pneumonia) AND (in children)” menggunakan filter free full text, case reports, bahasa Inggris, manusia, dan kelompok usia 0-18 tahun. Dari 71 artikel yang ditemukan, diperoleh 10 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil review menunjukkan bahwa terapi pneumonia pada anak didominasi penggunaan antibiotik dan terapi suportif. Pada kasus severe pneumonia dan necrotizing pneumonia, diperlukan terapi antimikroba intensif, pemantauan ketat, serta penanganan komplikasi. Pemeriksaan diagnostik modern seperti bronchoalveolar lavage fluid (BALF), rapid syndromic array, dan metagenomic next-generation sequencing (mNGS) membantu identifikasi patogen secara lebih cepat dan akurat sehingga terapi menjadi lebih terarah. Selain itu, kortikosteroid dan imunoglobulin digunakan sebagai terapi tambahan pada kondisi inflamasi berat. Ketepatan diagnosis dan pemilihan terapi individual berperan penting dalam meningkatkan luaran klinis pasien pneumonia anak.*

**Kata kunci:** Antibiotik; Diagnostik; Pediatri; Pneumonia anak; Pengobatan pneumonia.

### 1. LATAR BELAKANG

Pneumonia merupakan infeksi saluran pernapasan akut yang umum terjadi, yang menyerang alveolus dan bagian distal pohon bronkial pada paru-paru (Tores et al., 2021). Pneumonia dapat disebabkan oleh virus, bakteri, jamur, atau kombinasi dari ketiganya, yang mengakibatkan peradangan dan penumpukan cairan pada jaringan parenkim paru-paru. Gejala klinis yang muncul pada penderita pneumonia antara lain batuk, pernapasan yang cepat, dapat

disertai demam atau tidak, bunyi napas mengi yang lebih sering ditemukan pada pneumonia yang disebabkan oleh virus, dan umumnya disertai keluhan seperti sakit kepala, nyeri otot (mialgia), sakit tenggorokan, serta hasil pemeriksaan laboratorium yang menunjukkan peningkatan penanda inflamasi. Temuan radiologis juga dapat menunjukkan konsolidasi paru yang tidak merata (Veridiana et al., 2021; Tong et al., 2022). Pneumonia dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang dibagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi usia, status imunisasi, kondisi gizi, pemberian ASI eksklusif, serta berat badan lahir (BBL). Sementara itu, faktor eksternal mencakup kondisi lingkungan, tingkat pendidikan, dan pekerjaan ibu (Rigustia et al., 2019).

Menurut laporan WHO, infeksi saluran pernapasan akut seperti pneumonia dan influenza merupakan penyebab utama kematian akibat penyakit infeksi di seluruh dunia. Data dari studi *Global Burden of Diseases* (GBD) tahun 2019 menunjukkan bahwa infeksi saluran pernapasan bawah, termasuk pneumonia dan bronkiolitis, memengaruhi sekitar 489 juta orang di seluruh dunia. Pada kelompok usia di bawah 5 tahun, insiden penyakit ini terjadi pada 1 dari setiap 1.000 anak. Akan tetapi pada tahun 2021, jumlah kasus pneumonia pada anak menurun lebih dari tujuh juta dibandingkan tahun 2019. Penurunan sebesar 16%, dari 45 juta menjadi 38 juta kasus, disebabkan oleh upaya pengendalian infeksi selama pandemi, seperti kebijakan tinggal di rumah, penutupan sekolah dan fasilitas umum, serta kewajiban penggunaan masker (*Global Burden of Diseases*, 2021).

Ketidaktepatan terapi pada pasien pneumonia usia 0-18 tahun dapat menimbulkan berbagai dampak serius yang memengaruhi kondisi klinis maupun kualitas hidup pasien. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai, baik dari segi pemilihan jenis, dosis, interval pemberian, maupun lama terapi, berisiko menyebabkan kegagalan pengobatan sehingga infeksi tidak tertangani secara optimal. Selain itu, penggunaan antibiotik yang tidak rasional juga dapat memicu resistensi bakteri terhadap antibiotik, yang menyebabkan terapi menjadi semakin sulit dan menurunkan efektivitas pengobatan pada masa mendatang. Dampak lainnya meliputi perpanjangan lama rawat inap, peningkatan biaya pengobatan, serta meningkatnya beban pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, ketepatan terapi pneumonia pada pasien usia 0-18 tahun menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan untuk mencegah komplikasi dan meningkatkan keberhasilan terapi (WHO, 2023; Insan et al., 2023; Juwita et al., 2017).

Oleh karena itu, pada review artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merangkum berbagai pilihan terapi yang digunakan dalam penanganan pneumonia khususnya pada pasien usia 0-18 tahun berdasarkan artikel-artikel yang dipublikasikan di database PubMed pada rentang waktu tahun 2024 hingga 2025. Kajian ini juga bertujuan

memberikan gambaran terkini mengenai pendekatan terapeutik yang diterapkan, efektivitas masing-masing terapi, serta kecenderungan praktik klinis berdasarkan bukti ilmiah terbaru. Hasil dari tinjauan ini diharapkan dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi tenaga kesehatan dalam pengambilan keputusan klinis dan pengembangan pedoman terapi pneumonia pada populasi anak dan remaja.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Pneumonia adalah infeksi pada jaringan paru yang masih menjadi salah satu penyebab utama kesakitan dan kematian pada anak, khususnya pada usia balita dan pasien dengan daya tahan tubuh yang belum optimal. Penyakit ini dapat disebabkan oleh berbagai mikroorganisme, seperti bakteri, virus, maupun jamur, dengan gejala yang bervariasi mulai dari batuk, demam, hingga gangguan pernapasan berat. Penanganan pneumonia pada pasien pediatrik memerlukan terapi yang tepat agar infeksi dapat dikendalikan dan komplikasi dapat dicegah. Penggunaan antibiotik yang sesuai dengan penyebab infeksi menjadi bagian penting dalam terapi pneumonia bakteri, sedangkan terapi suportif diberikan untuk membantu mempertahankan kondisi umum dan fungsi respirasi pasien. Namun, penggunaan antibiotik yang tidak rasional dapat menyebabkan resistensi antimikroba sehingga efektivitas pengobatan menurun dan risiko komplikasi meningkat (WHO, 2023). Selain itu, perkembangan teknologi diagnostik seperti *metagenomic next-generation sequencing* (mNGS) dan pemeriksaan *bronchoalveolar lavage fluid* (BALF) telah membantu proses identifikasi patogen secara lebih cepat sehingga terapi dapat diberikan secara lebih tepat dan terarah (He *et al.*, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pneumonia pada anak dapat berkembang menjadi kondisi yang lebih berat apabila diagnosis dan terapi tidak dilakukan secara optimal. Wang dan Tu (2024) menyatakan bahwa meningkatnya kasus *macrolide-resistant Mycoplasma pneumoniae* pada anak menyebabkan respons terapi menjadi lebih lambat dan meningkatkan risiko komplikasi paru. Penelitian lain oleh Li *et al.* (2024) juga menjelaskan bahwa pasien anak dengan pneumonia yang tidak menunjukkan respons terhadap terapi makrolida lebih berisiko mengalami perburukan kondisi klinis. Selain itu, Song *et al.* (2024) melaporkan bahwa penggunaan antibiotik alternatif pada kasus resistensi makrolida dapat membantu mempercepat perbaikan gejala dan meningkatkan keberhasilan terapi. Berdasarkan uraian tersebut, literature review ini dilakukan untuk meninjau berbagai pendekatan terapi pneumonia pada pasien usia 0–18 tahun serta komplikasi yang dapat terjadi selama proses pengobatan.

### 3. METODE PENELITIAN

Metode *literature review* ini dilakukan melalui penelusuran artikel ilmiah pada basis data PubMed (*National Library of Medicine–NCBI*) menggunakan kata kunci “(Case Reports) AND (pneumonia) AND (in children)” untuk menemukan laporan kasus pneumonia pada anak. Pencarian dibatasi pada artikel 1 tahun terakhir dengan *filter free full text, case reports*, bahasa Inggris, spesies manusia, dan kelompok usia anak (*birth–18 years*). Artikel yang terindeks MEDLINE diprioritaskan untuk menjamin kredibilitas ilmiah. Berdasarkan kriteria tersebut diperoleh 71 artikel yang kemudian dianalisis terkait karakteristik klinis, terapi, serta komplikasi pneumonia pada anak. Selanjutnya dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi artikel yang membahas pneumonia pada pasien usia 0–18 tahun, menjelaskan terapi yang diberikan, serta melaporkan komplikasi atau luaran klinis pasien. Kriteria eksklusi meliputi artikel duplikat, artikel yang tidak membahas terapi pneumonia secara spesifik, tanpa akses teks lengkap, dan penelitian dengan subjek dewasa. Setelah proses seleksi, diperoleh 10 artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis dalam review ini.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelusuran berdasarkan kriteria yang telah ditentukan menghasilkan 10 artikel *case report* mengenai pneumonia pada pasien usia 0-18 tahun. Artikel yang terpilih kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik kasus, jenis pneumonia, terapi yang diberikan, serta komplikasi dan luaran klinis pasien. Ringkasan hasil review artikel disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Hasil Review Penatalaksanaan Terapi Pneumonia.

Sumber	Kasus	Penyakit	Terapi	Hasil
Zhang <i>et al.</i> , 2025	Anak dengan necrotizing pneumonia	Necrotizing pneumonia akibat <i>Mycoplasma pneumoniae</i>	Antibiotik dan tindakan suportif	Terjadi nekrosis paru luas sebagai komplikasi pneumonia berat

Ding <i>et al.</i> , 2024	Anak dengan resistensi makrolida	Necrotizing pneumonia akibat <i>macrolide-resistant Mycoplasma</i>	Pergantian antibiotik setelah terapi awal gagal	Komplikasi berat akibat resistensi antibiotik
Huang <i>et al.</i> , 2024	Pasien anak dengan pneumonia nekrotik	Pneumonia nekrotik akibat <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Antibiotik intensif dan pemeriksaan BALF	Diagnosis cepat membantu perbaikan kondisi
Clark <i>et al.</i> , 2024	Anak dengan infeksi respiratori berat	Severe bacterial and fungal pneumonia	Rapid syndromic array dan terapi antimikroba	Diagnosis lebih cepat meningkatkan keberhasilan terapi
Lau <i>et al.</i> , 2024	Anak COVID-19 dengan komplikasi paru	Organizing pneumonia	Kortikosteroid dan terapi suportif	Terjadi pneumonia progresif berat
Alebaji <i>et al.</i> , 2024	Anak dengan infeksi dada berulang	Recurrent pneumonia	Evaluasi penyebab dasar dan terapi sesuai etiologi	Ditemukan faktor penyebab tersembunyi
Chen & Zhou, 2024	Anak dengan pneumonia berat	Severe pneumonia	mNGS dan terapi antimikroba terarah	Diagnosis patogen lebih akurat memperbaiki terapi
Zhang & Jin, 2024	Anak dengan severe pneumonia	Severe pediatric pneumonia	Antibiotik + imunoglobulin	Respons inflamasi menurun dan

				kondisi membaik
Sun <i>et al.</i> , 2024	Anak dengan komplikasi sistemik	Pneumonia akibat <i>Mycoplasma pneumoniae</i> dengan pankreatitis akut	Antibiotik dan terapi suportif	Terjadi komplikasi ekstra paru
Li <i>et al.</i> , 2024	Anak dengan pneumonia nekrotik	Necrotizing pneumonia	Terapi antibiotik konservatif	Pasien menunjukkan perbaikan klinis

Pneumonia pada anak masih menjadi masalah kesehatan global dengan angka kejadian dan komplikasi yang cukup tinggi, terutama pada kelompok usia balita dan anak dengan sistem imun yang belum matang. Berdasarkan hasil review dari sepuluh artikel terpilih, terapi pneumonia pada pasien usia 0-18 tahun menunjukkan pendekatan yang beragam tergantung pada etiologi, tingkat keparahan, serta komplikasi yang menyertai. Sebagian besar kasus pneumonia berat pada anak memerlukan kombinasi terapi antimikroba, terapi suportif, dan pemantauan intensif untuk mencegah perburukan kondisi klinis.

Antibiotik tetap menjadi terapi utama pada pneumonia bakteri, khususnya pada kasus necrotizing pneumonia yang banyak disebabkan oleh *Mycoplasma pneumoniae* dan *Streptococcus pneumoniae*. Zhang *et al.* (2025) dan Ding *et al.* (2024) melaporkan bahwa infeksi *Mycoplasma pneumoniae* dapat berkembang menjadi necrotizing pneumonia dengan kerusakan jaringan paru yang luas apabila terapi tidak diberikan secara optimal. Kondisi ini diperberat oleh meningkatnya resistensi makrolida yang menyebabkan kegagalan terapi awal sehingga diperlukan pergantian antibiotik yang lebih sesuai. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Tong *et al.* (2022) yang menjelaskan bahwa resistensi makrolida pada *Mycoplasma pneumoniae* berhubungan dengan peningkatan inflamasi paru, durasi rawat inap yang lebih panjang, serta meningkatnya risiko komplikasi respiratori berat. Selain itu, WHO (2023) juga menegaskan bahwa penggunaan antibiotik yang tidak rasional menjadi salah satu faktor utama meningkatnya resistensi antimikroba secara global.

Pada kasus pneumonia berat, terapi suportif memiliki peranan penting dalam mempertahankan kondisi fisiologis pasien. Beberapa artikel dalam review ini menunjukkan penggunaan oksigenasi, cairan intravena, pengontrol demam, serta ventilasi mekanik pada

pasien dengan distress pernapasan berat. Tang et al. (2025) menjelaskan bahwa anak dengan *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) akibat pneumonia refrakter memerlukan tata laksana multidisiplin untuk mempertahankan fungsi respirasi dan mencegah gagal napas progresif. Penanganan suportif yang cepat dan tepat terbukti membantu memperbaiki luaran klinis pasien serta menurunkan risiko mortalitas.

Perkembangan teknologi diagnostik modern juga memberikan kontribusi besar terhadap keberhasilan terapi pneumonia anak. Huang et al. (2024) serta Chen dan Zhou (2024) melaporkan bahwa pemeriksaan *bronchoalveolar lavage fluid* (BALF) dan *metagenomic next-generation sequencing* (mNGS) mampu mengidentifikasi patogen secara lebih cepat dan spesifik dibandingkan metode konvensional. Identifikasi patogen yang akurat memungkinkan pemberian terapi antimikroba yang lebih terarah sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengobatan dan mengurangi penggunaan antibiotik spektrum luas secara berlebihan. Penelitian Lee et al. (2023) juga menunjukkan bahwa pemanfaatan sistem pencarian dan analisis berbasis teknologi dalam database medis dapat meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan klinis berbasis bukti ilmiah.

Selain antibiotik, beberapa kasus pneumonia berat memerlukan terapi tambahan berupa kortikosteroid dan imunoglobulin intravena. Lau et al. (2024) melaporkan penggunaan kortikosteroid pada organizing pneumonia pasca COVID-19 yang bertujuan mengurangi proses inflamasi paru yang berlebihan. Penggunaan kortikosteroid diketahui dapat membantu memperbaiki inflamasi dan fungsi paru pada kondisi tertentu, meskipun penggunaannya harus dipertimbangkan secara hati-hati karena berisiko menurunkan respons imun pasien. Sementara itu, Zhang dan Jin (2024) menunjukkan bahwa kombinasi antibiotik dan imunoglobulin intravena mampu menurunkan respons inflamasi pada severe pediatric pneumonia sehingga kondisi pasien membaik lebih cepat. Hal ini sejalan dengan penelitian terbaru yang menyatakan bahwa imunomodulator dapat menjadi terapi adjuvan pada pneumonia berat dengan respons inflamasi sistemik yang tinggi.

Review ini juga menemukan bahwa recurrent pneumonia pada anak sering kali berkaitan dengan penyakit atau kondisi dasar yang belum terdiagnosis. Alebaji et al. (2024) menunjukkan bahwa evaluasi menyeluruh terhadap faktor predisposisi sangat penting untuk menentukan terapi yang tepat dan mencegah kekambuhan. Penyebab recurrent pneumonia dapat berupa gangguan anatomis, aspirasi kronis, gangguan imunologi, maupun penyakit genetik tertentu. Asseri et al. (2024) melaporkan bahwa achalasia esofagus pada anak dapat menyebabkan

aspirasi berulang yang memicu pneumonia rekuren. Oleh karena itu, identifikasi penyebab dasar menjadi langkah penting dalam menentukan keberhasilan terapi jangka panjang.

Selain komplikasi pada sistem respirasi, pneumonia pada anak juga dapat menimbulkan komplikasi ekstra paru yang serius. Sun et al. (2024) melaporkan kasus infeksi *Mycoplasma pneumoniae* yang disertai pankreatitis akut pada anak. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses inflamasi akibat pneumonia dapat memengaruhi organ lain di luar paru, terutama apabila respons imun tubuh meningkat secara berlebihan. Temuan tersebut didukung oleh laporan terbaru di Amerika Serikat yang menunjukkan peningkatan kasus *macrolide-resistant Mycoplasma pneumoniae* pada anak dengan respons terapi azitromisin yang buruk sehingga memerlukan antibiotik alternatif untuk mencegah komplikasi sistemik yang lebih berat (Waites et al., 2024).

Necrotizing pneumonia merupakan salah satu komplikasi berat yang paling sering ditemukan dan ditandai dengan destruksi jaringan paru akibat inflamasi berat. Berdasarkan penelitian Li et al. (2024) menjelaskan bahwa penanganan necrotizing pneumonia memerlukan terapi antibiotik intensif serta pemantauan ketat untuk mencegah kerusakan paru permanen. Menariknya, beberapa pasien menunjukkan perbaikan klinis hanya dengan terapi konservatif tanpa tindakan pembedahan, yang menunjukkan bahwa keberhasilan terapi sangat dipengaruhi oleh diagnosis dini dan ketepatan pemilihan antibiotik. Sejalan dengan penelitian Chen et al. (2024) yang menunjukkan bahwa terapi doxycycline pada kasus pneumonia anak dengan resistensi makrolida mampu mempercepat perbaikan gejala klinis dan menurunkan progresivitas komplikasi paru.

Secara keseluruhan, hasil literature review ini menunjukkan bahwa terapi pneumonia pada pasien usia 0–18 tahun memerlukan pendekatan individual berdasarkan etiologi, tingkat keparahan penyakit, serta kondisi klinis pasien. Penggunaan antibiotik yang rasional, dukungan terapi suportif yang adekuat, dan pemanfaatan metode diagnostik modern menjadi faktor utama dalam meningkatkan keberhasilan terapi. Selain itu, pemantauan komplikasi dan identifikasi faktor penyebab dasar juga penting untuk mencegah kekambuhan dan memperbaiki kualitas hidup pasien anak dengan pneumonia.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pneumonia pada pasien usia 0–18 tahun memerlukan penanganan yang tepat karena dapat menyebabkan komplikasi serius apabila terapi tidak diberikan secara optimal. Berdasarkan hasil literature review, terapi pneumonia pada anak meliputi penggunaan antibiotik sesuai etiologi, terapi suportif, serta terapi tambahan pada kondisi tertentu.

Penggunaan metode diagnostik modern seperti *metagenomic next-generation sequencing* (mNGS) dan *bronchoalveolar lavage fluid* (BALF) membantu meningkatkan ketepatan diagnosis dan efektivitas terapi. Selain itu, resistensi antibiotik, khususnya terhadap makrolida, menjadi tantangan penting dalam pengobatan pneumonia anak. Dengan demikian, ketepatan diagnosis, penggunaan antibiotik yang rasional, dan pendekatan terapi individual menjadi faktor utama dalam meningkatkan keberhasilan pengobatan pneumonia pada pasien pediatrik. Berdasarkan hasil review ini, diperlukan penelitian lebih lanjut serta peningkatan penggunaan antibiotik secara rasional dan pemanfaatan metode diagnostik modern guna meningkatkan efektivitas terapi dan menurunkan risiko komplikasi pada pasien anak dengan pneumonia.

#### DAFTAR REFERENSI

- Alebaji, M., Hassan, R., & Saleh, A. (2024). Uncovering the hidden cause of recurrent chest infections in a child: A case report. *Clinical Case Reports*, *12*(9), e9432.
- Asseri, A. A., Shati, A. A., Al-Benhassan, I., Jabali, S. H., Alolah, T. A., Albarqi, N. H., & Alqahtani, M. S. (2024). Esophageal achalasia presenting as recurrent pneumonia in children: A case series. *Medicine*, *103*(44), e40402.
- Chen, L., & Zhou, Y. (2024). Etiological diagnosis and treatment value of metagenomic next-generation sequencing in children with severe pneumonia: A case report. *BMC Pediatrics*, *24*(1), 214.
- Chen, Z., Liu, X., & Wang, Y. (2024). Doxycycline treatment efficacy in children with macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *Italian Journal of Pediatrics*, *50*(1), 115.
- Cheng, R., Wang, Q., Jiang, L., & Liu, L.-M. (2024). Pulmonary thromboembolism due to *Mycoplasma pneumoniae* in children: A case report and literature review. *BMC Pediatrics*, *24*(1), 816.
- Clark, J. A., Peterson, M., & White, R. (2024). Enhanced diagnosis of severe bacterial and fungal respiratory infections in children using rapid syndromic testing: A case report. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *14*, 1380674.
- Dharmawan, A., & Layanto, N. (2022). Efektivitas ceftazidime-avibactam terhadap bakteri gram negatif penghasil enzim karbapenemase. *Jurnal MedScientiae*, *1*(1), 40–46.
- Ding, Y., Zhang, H., & Li, X. (2024). Necrotizing pneumonia caused by macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in children: A case report. *BMC Infectious Diseases*, *24*(1), 944.
- Fiorini, N., Canese, K., Starchenko, G., Kireev, E., Kim, W., Miller, V., ... Lu, Z. (2018). Best match: New relevance search for PubMed. *PLoS Biology*, *16*(8), e2005343.
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, *396*(10258), 1204–1222.

- GBD 2021 Lower Respiratory Infections Collaborators. (2024). Global, regional, and national incidence and mortality burden of non-COVID lower respiratory infections and aetiologies, 1990–2021: A systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Infectious Diseases*, 24(5), 563–579.
- He, J., Zhang, Y., & Li, W. (2024). Application of targeted next-generation sequencing in detecting macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in pediatric pneumonia. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 612.
- Huang, Z., Chen, Y., & Lin, P. (2024). A case of necrotic pneumonia caused by *Streptococcus pneumoniae* diagnosed using bronchoalveolar lavage fluid in a child: A case report. *Medicine*, 103(37), e39252.
- Insan, N. G., Rahmawati, D., & Sari, P. (2023). Rasionalitas penggunaan antibiotik pada pasien pneumonia anak di rumah sakit. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 12(2), 95–103.
- Jin, P., Han, C., Guo, W., & Xu, Y. (2024). *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia-associated thromboembolism with plastic bronchitis: A series of five case reports and literature review. *Italian Journal of Pediatrics*, 50(1), 117.
- Juwita, D. A., Sari, M., & Wulandari, R. (2017). Evaluasi ketepatan penggunaan antibiotik pada pasien pneumonia pediatrik. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(1), 45–53.
- Lau, T. Y., Wong, K. Y., & Chan, E. W. (2024). A child with COVID-19 complicated by severe organizing pneumonia: A case report. *Respiratory Medicine Case Reports*, 53, 102154.
- Lee, J. H., Lee, B. J., Park, C., Song, H., Ock, C. Y., Sung, H., Woo, S., Youn, Y., Jung, K., Jung, J. H., Ahn, J., Kim, B., Kim, J., Seo, J., & Hwang, J. H. (2023). Efficacy improvement in searching MEDLINE database using a novel PubMed visual analytic system: EEEvis. *PLOS ONE*, 18(3), e0282615.
- Li, H., Zhao, X., & Chen, Y. (2024). Clinical characteristics of macrolide-unresponsive *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1489389.
- Li, Y., Yuan, T., Yang, J., Liu, H., Li, P., & Fu, H. (2024). Successful conservative treatment of necrotizing pneumonia in pediatric patients: Two case reports. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 30(11), 108–113.
- Liu, L., Huang, Y., Shu, S., Zhou, H., Fang, F., & Liu, X. (2024). *Nocardia farcinica* pneumonia complicated by *Pneumocystis jirovecii* infection in children with neuromyelitis optica spectrum disorders: A case report and literature review. *Italian Journal of Pediatrics*, 50(1), 255.
- Pereira, V. C., Silva, S. N., Carvalho, V. K. S., Zanghelini, F., & Barreto, O. M. (2022). Strategies for the implementation of clinical practice guidelines in public health: An overview of systematic reviews. *Health Research Policy and Systems*, 20(13), 1–21.
- Rigustia, R., Zeffira, L., & Vani, A. T. (2019). Faktor risiko berhubungan dengan kejadian pneumonia pada balita di Puskesmas Ikur Koto Kota Padang. *Health & Medical Journal*, 1(1), 22–29.
- Song, Q., Xu, B., & Wang, L. (2024). Alternative antibiotic therapy in children with macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 1007.

- Sun, H., Wang, W.-Q., Lin, L., Shao, Z.-Y., Zhan, L., & Tang, L.-F. (2024). Case report: *Mycoplasma pneumoniae*-associated acute pancreatitis. *Frontiers in Pediatrics*, *12*, 1416189.
- Tang, Q., Zhang, H., & Kang, Y. (2025). Children with acute respiratory distress syndrome and refractory pneumonia caused by *Mycoplasma pneumoniae*. *New Microbiologica*, *48*(1), 78–83.
- Tong, L., Huang, S., Zhang, Y., et al. (2022). Refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: Early recognition and management. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(10), 2824.
- Torres, A., Cilloniz, C., Niederman, M. S., et al. (2021). Pneumonia. *Nature Reviews Disease Primers*, *7*(1), 25.
- Veridiana, N. N., Octaviani, & Nurjana, M. A. (2021). Faktor internal dan eksternal kejadian pneumonia pada anak bawah 2 tahun di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*, *49*(3), 145–154.
- Waites, K. B., Xiao, L., & Zheng, X. (2024). Emergence of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infections in children in the United States. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*. Advance online publication.
- Wang, K., & Tu, Y. (2024). Challenges of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in pediatric patients. *World Journal of Pediatrics*, *20*(4), 345–352.
- World Health Organization. (2023). *Antimicrobial resistance*.
- Zhang, H., & Jin, W. (2024). Human immunoglobulin combined with antimicrobial agents in severe pediatric pneumonia: A case report. *Medicine*, *103*(15), e38586.
- Zhang, Y., Li, X., & Chen, H. (2025). Case report: Necrotizing pneumonia in pediatric patients: A rare case of unilateral necrosis in two entire lobe tissues. *Frontiers in Pediatrics*, *13*, 1458921.