

HUBUNGAN USIA, JENIS KELAMIN, STATUS GIZI, DAN STATUS IMUNISASI DENGAN KEJADIAN PNEUMONIA PADA ANAK DI RSUD INCHE ABDOEL MOEIS SAMARINDA

Andi Hafiz Rajendra^{1*}, Muhammad Buchori², Abdillah Iskandar³

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

³Laboratorium Ilmu Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mulawarman

*Email Korespondensi: andyrajendra@gmail.com

Abstract: *The Correlation among Age, Gender, Nutritional Status, and Immunization Status with the Incidence of Pneumonia in Children at Inche Abdoel Moeis General Hospital, Samarinda.* Pneumonia is an inflammation of the lung parenchyma marked by symptoms such as productive cough, trouble breathing, and/or fever. Globally, pneumonia affects children, particularly in underdeveloped nations like Indonesia, where it typically emerges as a consequence of other ailments. This study intends to examine the correlation between common risk variables, such as age, gender, nutritional status, and immunization status in children, and the incidence of pneumonia. The research was conducted utilizing an observational analytic design and a cross-sectional approach, where no interventions were made to the variables. The data demonstrated significant correlations between pneumonia and age ($p=0.016$), nutritional state ($p=0.045$), and immunization status ($p=0.033$). However, no significant correlation was discovered between gender and the incidence of pneumonia. It can be concluded that there was a significant relationship between the age, nutritional status, and immunization status of children with the incidence of pneumonia.

Keywords: Age, Childhood pneumonia, gender, immunization status, nutritional status,

Abstrak: **Hubungan Usia, Jenis Kelamin, Status Gizi, dan Status Imunisasi dengan Kejadian Pneumonia pada Anak di RSUD Inche Abdoel Moeis Samarinda.** Pneumonia merupakan sebuah peradangan parenkim paru yang terdiri dari gejala batuk berdahak, kesulitan bernafas, dan/atau demam. Pneumonia menyerang anak-anak di seluruh dunia secara umum sebagai komplikasi dari berbagai penyakit dengan prevalensi yang lebih tinggi di negara-negara berkembang salah satunya Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menilai hubungan antara berbagai faktor resiko umum seperti usia, jenis kelamin, status gizi, dan status imunisasi pada anak dengan insidensi pneumonia. Penelitian dilakukan secara observasional analitik dengan metode cross sectional sehingga tidak ada intervensi yang diberikan pada variabel. Dari hasil penelitian ditemukan ada hubungan antara pneumonia dengan usia ($p=0,016$), status gizi ($p=0,045$), dan status imunisasi ($p=0,033$) sementara tidak ditemukan hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian pneumonia. Disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara usia, status gizi, dan status imunisasi anak dengan insiden pneumonia.

Kata kunci: : Jenis kelamin, pneumonia anak, usia, jenis, status gizi, status imunisasi

PENDAHULUAN

Menurut WHO (*World Health Organization*), pneumonia adalah penyebab kematian global nomor dua

karena infeksi dan juga menempati peringkat kedua untuk penyebab kematian tertinggi di negara-negara berpenghasilan rendah. Untuk negara

berpenghasilan sedang dan tinggi pun pneumonia masih menempati peringkat kelima untuk penyebab kematian paling umum. UNICEF telah melansirkan bahwa terdapat lebih dari 1400 kasus pneumonia untuk setiap 100.000 anak. Pada Asia Tenggara, Balita dengan pneumonia yang perlu perawatan inap pada tahun 2015 berjumlah 16,4 juta (McAllister et al., 2019). Anak-anak lebih rentan terhadap pneumonia dibandingkan orang dewasa, pneumonia menyebabkan 14% dari semua kematian pada anak di bawah 5 tahun, di mana pada tahun 2019 sekitar 700.000 anak meninggal karena penyakit ini (World Health Organization, 2022).

Mortalitas pneumonia pada anak paling tinggi dilaporkan di area Afrika Sub-Sahara, Asia Selatan, dan Asia Tenggara (Marangu & Zar, 2019). Pneumonia menyerang anak-anak di seluruh dunia dengan mortalitas yang mencapai 99% pada negara berpenghasilan rendah dan sedang dimana kematian tertinggi terjadi di Asia dan Afrika (Kliegman, 2020). Menurut data Kementerian Kesehatan Indonesia di tahun 2022, pneumonia adalah penyebab utama kematian post-neonatus sebesar 14,4% dan merupakan pembunuh bayi tertinggi kedua sebesar 9,4% dengan dugaan jumlah total kasus di Indonesia sebesar 886.030 kasus.

Faktor dari *host* dan lingkungan berkontribusi terhadap perkembangan pneumonia. Faktor-faktor lingkungan mencakup polusi udara dalam rumah, tingkat edukasi orang tua, dan kepadatan penghuni rumah (Sutriana et al., 2021). Usia, jenis kelamin, status gizi, status imunisasi, berat badan lahir, suplementasi vitamin A, dan pemberian ASI eksklusif adalah faktor risiko *host* yang berpengaruh terhadap sistem imun anak (Afriani & Oktavia, 2021). Penelitian dari (Vissing et al., 2018) menemukan bahwa dalam proses infeksi, kontribusi faktor *host* lebih besar dibandingkan faktor lingkungan. Dari faktor-faktor risiko *host* yang ada, usia, jenis kelamin, status gizi, dan status imunisasi adalah parameter yang mudah tersedia bagi tenaga medis di fasilitas Kesehatan

primer untuk mengatasi keadaan umum seorang pasien anak.

Pneumonia adalah salah satu komplikasi paling umum dari infeksi bakteri dan virus yang disebabkan oleh patogen oportunistik menginfeksi parenkim paru (Galeas-Pena et al., 2019). Penyakit infeksi yang dialami oleh anak-anak di bawah usia enam tahun sering menyebabkan pneumonia sebagai komplikasinya (Chen et al., 2021). Sebagai salah satu penyakit utama yang menyerang anak-anak di seluruh dunia, penting untuk dapat menilai faktor risiko pneumonia pada masing-masing anak yang datang ke fasilitas kesehatan dengan kasus infeksi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional* analitik sehingga data dikumpulkan pada satu titik waktu kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui hubungan antara usia, jenis kelamin, status gizi, dan status imunisasi insidensi pneumonia di RSUD Inche Abdoel Moeis Samarinda. Penelitian dilaksanakan di instalasi rekam medik RSUD Inche Abdoel Moeis Samarinda dari bulan Mei-Agustus 2024. Pengambilan sampel dilaksanakan dengan metode *total sampling*. Kriteria sampel penelitian adalah pasien rawat inap dengan penyakit infeksi yang berusia 0-<60 bulan.

Sampel penelitian ini adalah pasien anak dengan penyakit infeksi yang diambil dari populasi pasien anak dengan usia 0-<60 bulan yang dirawat inap di RSUD Inche Abdoel Moeis Samarinda pada bulan April, Juni, Juli, Agustus, dan Desember 2022 serta Januari, Februari, Oktober, November, dan Desember 2023. Dari 184 kasus, terdapat 96 kasus infeksi dengan pneumonia dan 98 kasus infeksi non-pneumonia. Sebanyak 86 rekam medik tidak memiliki data rekam medis yang lengkap dan 7 pasien dieksklusikan karena memiliki penyakit autoimun atau kongenital. Pada akhirnya didapatkan sebanyak 91 sampel yang terdiri atas 46 kasus infeksi dengan pneumonia dan 45 kasus infeksi non-pneumonia. Variabel-variabel dalam penelitian ini dikategorikan secara

nominal. Variabel independen terdiri dari usia, jenis kelamin, status gizi, dan status imunisasi. Diagnosis pneumonia bertindak sebagai variabel dependen pada penelitian ini. Data pada penelitian ini akan diproses dengan analisis bivariat menggunakan metode *chi-square* untuk melihat apakah terdapat hubungan

antara variabel dependen dan independen. Hasil uji bermakna bila $p < 0,05$. Penelitian ini telah lolos kaji etik oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Mulawarman dengan nomor 119/KEPK-FK/VI/2024.

HASIL

Terdapat 91 pasien yang memenuhi kriteria penelitian. Dari jumlah sampel tersebut, pasien diklasifikasikan sesuai karakteristik berupa usia, jenis kelamin, status gizi,

status imunisasi, dan infeksi pneumonia. Hasil dari klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Sampel Berdasarkan Karakteristik Pasien (n=91)

Karakteristik Pasien	Frekuensi	Persentase (%)
Usia		
0-<12 bulan	35	38.5
12-<60 bulan	56	61.5
Jenis Kelamin		
Laki-laki	60	65.9
Perempuan	31	34.1
Status Gizi		
Gizi Baik	53	58.2
Gizi Kurang-Buruk	38	41.8
Status Imunisasi		
Lengkap	64	70.3
Tidak lengkap	27	29.7
Pneumonia		
Iya	46	50.5
Tidak	45	49.5

Gambaran distribusi usia pasien dibagi menjadi dua kategori, yaitu usia 0-<12 bulan yang isinya sebanyak 35 pasien (38,5%) dan 12-<60 bulan dimana terdapat 57 pasien (61,5%). Pada tabel tersebut didapatkan lebih banyak pasien anak laki-laki dengan jumlah 60 pasien (65,9%) dibandingkan dengan pasien perempuan yang jumlahnya 31 pasien (34,1%). Selain itu, didapatkan jumlah pasien dengan

riwayat imunisasi lengkap mencakup hingga 70,3% dari sampel penelitian dengan 65 pasien. Dari variabel status imunisasi, hanya 27 pasien saja (29,7%) yang tidak memiliki riwayat imunisasi lengkap. Ditemukan bahwa ternyata lebih banyak pasien dengan status gizi yang baik berjumlah 53 pasien (58,2%) dibandingkan dengan status gizi kurang dan buruk yang berjumlah 38 pasien (41,8%).

Tabel 2. Hasil Tabulasi Silang antara Variabel

	Pneumonia		P value
	Iya	Tidak	
Usia (Bulan)			
0-<12 bulan	23 (25,3%)	12 (13,2%)	0,022*
12-<60 bulan	23 (25,3%)	33 (36,3%)	
Jenis Kelamin			
Laki-Laki	30 (33,0%)	12 (13,2%)	0,884
Perempuan	16 (17,6%)	33 (36,3%)	
Status Gizi			
Kurang	24 (26,4%)	14 (15,4%)	0,042*
Baik	22 (24,2%)	31 (34,1%)	
Status Imunisasi			
Tidak Lengkap	18 (19,8%)	9 (9,9%)	0,046*
Lengkap	28 (30,8%)	36 (39,6%)	
Total	46 (50,5%)	45(49,5%)	

*Hasil uji bermakna apabila $p < 0,05$

Hasil tabulasi silang menunjukkan bahwa jumlah penderita pneumonia yang berusia 0-<12 bulan sama dengan dibandingkan dengan pasien yang berusia 12-<60 bulan. Sementara lebih banyak pasien berusia 12-<60 bulan yang tidak menderita pneumonia dibandingkan pasien 0-<12 bulan. Menurut hasil uji hipotesis hubungan usia dengan kejadian pneumonia pada anak, didapatkan p-value sebesar 0,022 ($p < 0,05$). Hasil tabulasi silang menggambarkan jumlah laki-laki yang menderita pneumonia lebih banyak dibandingkan perempuan. Sementara jumlah perempuan yang tidak menderita pneumonia lebih banyak dibandingkan laki-laki penderita pneumonia dan yang non-pneumonia. Uji hipotesis hubungan jenis kelamin dengan kejadian pneumonia pada anak menghasilkan p-value sebesar 0,884 ($p > 0,05$).

PEMBAHASAN

Antara usia dengan insidensi pneumonia pada anak didapatkan p-value sebesar 0,022 ($p < 0,05$) sehingga terdapat hubungan antara usia pasien dengan terjadinya penyakit pneumonia. Hasil penelitian sejalan dengan (Setyoningrum & Mustiko, 2020) yang juga menemukan hubungan antara usia

Hasil tabulasi silang menunjukkan bahwa jumlah penderita pneumonia lebih banyak yang berstatus gizi kurang sementara pasien non-pneumonia yang memiliki status gizi baik lebih banyak dibandingkan dengan yang berstatus gizi kurang. Jumlah pasien penderita pneumonia dengan status gizi kurang-buruk lebih banyak dibandingkan jumlah pasien non-pneumonia. Hasil uji hipotesis hubungan status gizi dengan kejadian pneumonia pada anak menggambarkan p-value sebesar 0,042 ($p < 0,05$). Hasil tabulasi silang menunjukkan mayoritas pasien memiliki riwayat vaksinasi dasar lengkap untuk penderita pneumonia dan yang bukan. Hanya terdapat 27 pasien total yang tidak memiliki riwayat imunisasi lengkap. Menurut hasil uji hipotesis hubungan status imunisasi dengan kejadian pneumonia pada anak, didapatkan p-value sebesar 0,046 ($p < 0,05$). pasien dan kejadian pneumonia dengan p-value sebesar 0.009. Pada penelitian (Glynn & Moss, 2020) yang meneliti berat infeksi pada pasien sesuai dengan usianya, ditemukan bahwa severitas infeksi lebih tinggi pada neonatus dan bayi dibandingkan anak balita. Pengaruh usia kepada insidensi pneumonia bisa dilihat dari proses maturasi paru-paru, perkembangan tahap alveolar masih

berlanjut sampai anak berusia 3 tahun (Rehman & Bacha, 2024). Saluran respirasi yang lebih sempit menyebabkan obstruksi mukus dan dinding dada yang belum matur lebih mudah kolaps sehingga meningkatkan resiko komplikasi pada infeksi saluran pernafasan (Sakleshpur & Steed, 2022).

Perkembangan sistem imun tubuh juga dipengaruhi oleh usia, respon imun adaptif pada anak-anak lebih terbatas dibandingkan orang dewasa. Imunitas jangka panjang lebih susah dibentuk karena respon sel T CD4+ yang lebih lemah (Semmes et al., 2020). Respon imun non-spesifik balita juga masih lebih lemah dibandingkan orang dewasa, produksi sitokin dan kemampuan fagositik dari makrofag alveolar pada anak-anak lebih rendah sehingga menjadi salah satu penyebab kerentanan paru-paru terhadap infeksi (Lambert & Culley, 2017).

Berdasarkan hasil uji statistik Chi-square pada tabel sebelumnya didapatkan *p-value* sebesar 0,884 ($p > 0,05$) sehingga tidak ditemukan hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian pneumonia pada anak. Alasan tidak ditemukan pengaruh signifikan dari jenis kelamin terhadap kejadian pneumonia mungkin karena lonjakan hormon estrogen serta progesterone pada perempuan dan hormon endrogen pada laki-laki baru terjadi saat pubertas dimana akibatnya laki-laki akan lebih rentan terkena penyakit infeksi sementara perempuan lebih beresiko terkena penyakit autoimun (Sara et al., 2022). Perbedaan jenis kelamin dalam respon imun dapat diamati sebelum masa pubertas dari bedanya jumlah sel T CD4 yang lebih rendah pada neonatus laki-laki dibandingkan perempuan. (Karaoglan & Nacarkahya, 2021; Renault et al., 2020). Walaupun begitu, Pada penelitian dari (Chen et al., 2021) ditemukan bahwa dari usia 0 bulan sampai enam tahun tidak ada hubungan antara jenis kelamin dengan insidensi pneumonia.

Hasil uji statistik Chi-square antara status gizi dengan pneumonia menghasilkan *p-value* sebesar 0,042 ($p < 0,05$) sehingga ditemukan ada

hubungan antara status gizi dengan kejadian pneumonia pada anak. Hasil tersebut sejalan dengan (Sutriana et al., 2021) dimana ditemukan juga hubungan antara jenis status gizi dan insidensi pneumonia dengan *p-value* sebesar 0,028. Terdapat juga penelitian-penelitian yang menghubungkan status gizi pasien anak dengan severitas pneumonia. Penelitian (Susila et al., 2021) membagikan pneumonia menjadi *severe* dan *non-severe*, kemudian hasil analisa menunjukkan adanya hubungan antara beratnya infeksi pneumonia dengan status gizi anak.

Penelitian sebelumnya menunjukkan kemungkinan bahwa status gizi berpengaruh pada insidensi dan severitas pneumonia. Defisiensi mikronutrien mengganggu pertumbuhan, meningkatkan mortalitas, dan meningkatkan suseptibilitas terhadap infeksi. Selain itu prognosis pasien pneumonia dengan gangguan nutrisi lebih buruk dibandingkan pasien pneumonia yang bergizi baik (Kharisma & Zahra, 2022). Defisiensi protein pada status gizi buruk akan mengakibatkan turunnya produksi sel T karena atrofi timus dan juga IgA yang berperan dalam perlindungan saluran pernafasan sehingga mempermudah muncul komplikasi pada pasien. Hipoglikemia dan ketidakseimbangan elektrolit juga dapat memperburuk derajat pneumonia yang dialami oleh pasien (Firdaus et al., 2021).

Terdapat hubungan sinergistik antara infeksi dan malnutrisi. Kurangnya asupan nutrisi menyebabkan penurunan berat badan dan kapasitas imun sehingga mempermudah invasi patogen. Anak-anak dengan defisiensi vitamin A lebih rentan terhadap campak yang merupakan salah satu prekursor umum pneumonia (Yang et al., 2021). Nutrisi buruk merupakan penyebab kematian utama pada penderita pneumonia berat. Vitamin memiliki peran penting dalam melindungi sel dari stres oksidasi. Vitamin E juga berperan dalam regulasi fungsi sel T serta produksi imunoglobulin dan sitokin-sitokin inflamasi (Knebusch et al., 2023).

Berdasarkan hasil uji statistik Chi-square antara kejadian pneumonia dengan status imunisasi anak didapatkan *p-value* sebesar 0,046 ($p < 0,05$) sehingga ditemukan ada hubungan antara status imunisasi dengan kejadian pneumonia pada anak. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian (Rizqullah et al., 2021) dimana ditemukan *p-value* sebesar 0,00 untuk vaksinasi campak, DPT, dan Hib yang menunjukkan hubungan signifikan antara riwayat imunisasi dasar pasien dengan kejadian pneumonia pada anak. Sistem pertahanan tubuh anak-anak yang muda lebih lemah dibandingkan dengan anak-anak yang lebih tua karena perbedaan perkembangan sistem imun mereka (Moraes-Pinto et al., 2021). Respon imun spesifik atau acquired immunity membutuhkan waktu dan paparan terhadap suatu patogen terlebih dahulu tetapi dalam melawan infeksi lebih efektif dibandingkan respon imun non-spesifik. (Glynn & Moss, 2020). Pemberian vaksin akan melatih respon imun spesifik dalam melawan patogen-patogen tertentu sehingga dapat merendahkan severitas infeksi dan mengurangi komplikasi-komplikasi yang dapat muncul seperti pneumonia (Yitbarek et al., 2020).

Program imunisasi dasar di Indonesia mencakup pemberian vaksin BCG, DPT-Hb-Hib, OPV, dan MR (Holipah et al., 2018). Pneumonia merupakan komplikasi yang kerap terjadi pada penyakit campak, dimana penyakit tersebut dapat dicegah dengan pemberian vaksin MR (Yang et al., 2021). Sementara vaksin BCG diberikan kepada anak sebagai perlindungan terhadap penyakit TB yang sering menyebabkan pneumonia sebagai komplikasi. Angka morbiditas dan mortalitas dari pneumonia pada anak yang diberikan vaksin BCG dapat turun dari 44% menjadi 31% (Yitbarek et al., 2020). Walaupun demikian, respon masing-masing anak terhadap vaksin bersifat fluktuatif. Pada pemberian vaksin OPV dan DTaP ditemukan bahwa hanya 50% dari balita dapat menghasilkan respon antibodi yang signifikan. Oleh karena itu pemberian

vaksin-vaksin tersebut dilakukan dalam dosis multipel (Semmes et al., 2020)). Respon lemah pada dosis awal vaksin-vaksin tersebut menggambarkan kesempatan bagi patogen untuk dapat menyerang. Hal tersebut mungkin menjadi alasan mengapa pneumonia masih terjadi pada anak-anak dengan riwayat imunisasi lengkap.

KESIMPULAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa terdapat hubungan bermakna antara usia dengan kejadian pneumonia pada anak dengan nilai $p = 0,022$ ($p < 0,05$), status gizi dengan kejadian pneumonia anak dengan nilai $p = 0,042$ ($p < 0,05$), dan status imunisasi dengan pneumonia pada anak dengan nilai $p = 0,046$ ($p < 0,05$). Sementara itu tidak ditemukan hubungan bermakna antara jenis kelamin dengan kejadian pneumonia pada anak dengan nilai $p = 0,884$ ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa usia, status gizi, dan status imunisasi pasien berhubungan dengan kejadian pneumonia pada anak. Sementara jenis kelamin pasien tidak berhubungan dengan kejadian pneumonia pada anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, B., & Oktavia, L. (2021). Faktor Risiko Kejadian Pneumonia pada Bayi. *Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 13(2), 26–38. <https://doi.org/10.36729/bi.v9i1.126>
- Chen, L., Miao, C., Chen, Y., Han, X., Lin, Z., Ye, H., Wang, C., Zhang, H., Li, J., Tang, Q., Dong, Y., Bai, M., Zhu, Y., & Liu, G. (2021). Age-specific risk factors of severe pneumonia among pediatric patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Italian Journal of Pediatrics*, 47(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s13052-021-01042-3>
- Firdaus, F. S., Chundrayetti, E., & Nurhajjah, S. (2021). Hubungan Status Gizi, Umur, dan Jenis Kelamin dengan Derajat Pneumonia pada Balita di RSUP

- Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*, 2(1), 143–150.
<https://doi.org/10.25077/jikesi.v2i1.418>
- Galeas-Pena, M., McLaughlin, N., & Pociask, D. (2019). *The role of the innate immune system on pulmonary infections*. 400(4), 443–456.
<https://doi.org/10.1515/hsz-2018-0304>
- Glynn, J. R., & Moss, P. A. H. (2020). Systematic analysis of infectious disease outcomes by age shows lowest severity in school-age children. *Scientific Data*, 7(1), 329.
<https://doi.org/10.1038/s41597-020-00668-y>
- Holipah, Maharani, A., & Kuroda, Y. (2018). Determinants of immunization status among 12- to 23-month-old children in Indonesia (2008–2013): A multilevel analysis. *BMC Public Health*, 18, 288.
<https://doi.org/10.1186/s12889-018-5193-3>
- Karaoglan, M., & Nacarkahya, G. (2021). Immunological interpretation of minipuberty: Minipuberty as the driving force of sexual dimorphism in the immune response. *Clinical Endocrinology*, 94(4), 575–582.
<https://doi.org/10.1111/cen.14384>
- Kementrian Kesehatan Indonesia. (2022). *Profil kesehatan indonesia 2021*. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kharisma, D. S., & Zahra, B. A.-S. (2022). Nutritional Status and Severity of Pneumonia among Inpatient of Children Under Five Years. *Muhammadiyah Medical Journal*, 3(2), 40–46.
<https://doi.org/10.24853/mmj.3.2>
- Kliegman, R. M. (2020). *Nelson textbook of pediatrics* (21st edition). Elsevier.
- Knebusch, N., Mansour, M., Vazquez, S., & Coss-Bu, J. A. (2023). Macronutrient and Micronutrient Intake in Children with Lung Disease. *Nutrients*, 15(19), 4142.
<https://doi.org/10.3390/nu15194142>
- Lambert, L., & Culley, F. J. (2017). Innate Immunity to Respiratory Infection in Early Life. *Frontiers in Immunology*, 8, 1570.
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01570>
- Marangu, D., & Zar, H. J. (2019). Childhood pneumonia in low-and-middle-income countries: An update. *Paediatric Respiratory Reviews*, 32, 3–9.
<https://doi.org/10.1016/j.prrv.2019.06.001>
- McAllister, D. A., Liu, L., Shi, T., Chu, Y., Reed, C., Burrows, J., Adeyoye, D., Rudan, I., Black, R. E., Campbell, H., & Nair, H. (2019). Global, regional, and national estimates of pneumonia morbidity and mortality in children younger than 5 years between 2000 and 2015: A systematic analysis. *Lancet Global Health*, 7, 47–57.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30408-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30408-X)
- Moraes-Pinto, M. I. de, Suano-Souza, F., & Aranda, C. S. (2021). Immune system: Development and acquisition of immunological competence. *Jornal de Pediatria*, 97, S59–S66.
<https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2020.10.006>
- Rehman, S., & Bacha, D. (2024). Embryology, Pulmonary. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544372/>
- Renault, C. H., Aksglaede, L., Wøjdemann, D., Hansen, A. B., Jensen, R. B., & Juul, A. (2020). Minipuberty of human infancy – A window of opportunity to evaluate hypogonadism and differences of sex development? *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 25(2), 84–91.
<https://doi.org/10.6065/apem.2040094.047>

- Rizqullah, N., Zulmansyah, & Mirasari, P. (2021). Hubungan Status Imunisasi Dasar terhadap Pneumonia pada Pasien Balita Rawat Inap di RSIA Respati Tasikmalaya. *Jurnal Integrasi Kesehatan Dan Sains*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.29313/jiks.v3i1.7296>
- Sakleshpur, S., & Steed, A. (2022). Influenza: Toward understanding the immune response in the young. *Frontiers in Pediatrics*, 10. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.953150>
- Sara, D., C., B. M., & Diederik, van de B. (2022). Sex and Gender Differences in Bacterial Infections. *Infection and Immunity*, 90(10), e00283-22. <https://doi.org/10.1128/iai.00283-22>
- Semmes, E. C., Chen, J.-L., Goswami, R., Burt, T. D., Permar, S. R., & Fouda, G. G. (2020). Understanding Early-Life Adaptive Immunity to Guide Interventions for Pediatric Health. *Frontiers in Immunology*, 11, 595297. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.595297>
- Setyoningrum, R. A., & Mustiko, H. (2020). Risk factors of very severe pneumonia incidence in children. *Jurnal Respirologi Indonesia*, 40(4), 243–250. <https://doi.org/10.36497/jri.v40i4.147>
- Susila, I. N. W. S., Suryawan, I. W. B., & Widiasta, A. A. M. (2021). Association between Nutritional Status and Severity Of Pneumonia among Children under Five Years attending Wangaya District Hospital. *Warmadewa Medical Journal*, 6(1), 30–36. <https://doi.org/10.22225/wmj.6.1.1964.30-36>
- Sutriana, V. N., Sitaresmi, M. N., & Wahab, A. (2021). Risk factors for childhood pneumonia: A case-control study in a high prevalence area in Indonesia. *Clin Exp Pediatr*, 64(11), 588–595. <https://doi.org/10.3345/cep.2020.00339>
- UNICEF. (2023). *Pneumonia*. [Internet]. Tersedia dari: <https://data.unicef.org/topic/child-health/pneumonia/>
- Vissing, N. H., Chawes, B. L., Rasmussen, M. A., & Bisgaard, H. (2018). Epidemiology and Risk Factors of Infection in Early Childhood. *Pediatrics*, 141(6), e20170933. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-0933>
- World Health Organization. (2020). *The Top 10 Causes of Death*. [Internet]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- World Health Organization. (2022). *Pneumonia in children*. [Internet]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
- Yang, F., Yang, Y., Zeng, L., Chen, Y., & Zeng, G. (2021). Nutrition Metabolism and Infections. *Infectious Microbes & Diseases*, 3(3). https://journals.lww.com/imd/fulltext/2021/09000/nutrition_metabolism_and_infections.4.aspx
- Yitbarek, K., Abraham, G., Girma, T., Tilahun, T., & Woldie, M. (2020). The effect of Bacillus Calmette-Guérin (BCG) vaccination in preventing severe infectious respiratory diseases other than TB: Implications for the COVID-19 pandemic. *Vaccine*, 38(41), 6374–6380. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.08.018>