

Faktor Risiko Determinan Gagal Napas pada Anak dengan Pneumonia

Zuhaira, Bakhtiar, Sulaiman Yusuf, Mulya Safri, Nora Sovira, Eka Destianti Edward
Bagian Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala Rumah Sakit Umum dr. Zainoel Abidin Banda Aceh

Latar belakang. Gagal napas merupakan fase lanjut dari gangguan pernapasan yang menyebabkan kegagalan paru untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan mengeluarkan karbondioksida. Infeksi pernafasan, khususnya pneumonia merupakan penyebab paling umum gagal napas yang membutuhkan ventilasi mekanis pada anak.

Tujuan. Mengetahui faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia.

Metode. Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional* pada anak usia 1 bulan sampai < 18 tahun yang dirawat di ruang rawat anak dan *Pediatric Intensive Care Unit* (PICU) RSUD dr. Zainoel Abidin sejak 1 Januari 2022 sampai 31 Desember 2022 dengan data dari rekam medis yang memenuhi kriteria penelitian. Data dianalisis bivariat dengan uji *chi square* dan uji *fisher* dan selanjutnya dilakukan analisis multivariat dengan regresi logistik.

Hasil. Total sampel dalam penelitian ini 182 pasien dengan pneumonia, 33 (18,1%) pasien mengalami gagal napas. Faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia adalah sepsis ($p=0,000$) dengan OR 57,62 (IK95%:13,55-245,05), hipoksemia ($p=0,002$) dengan OR 7,19 (IK95%: 2,04-25,27), anemia ($p=0,036$) dengan OR 4,17 (IK95%: 1,097-15,87) dan penyakit jantung bawaan ($p=0,047$) dengan OR 3,86 (IK 95%: 1,02-14,599).

Kesimpulan. Faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia adalah sepsis, hipoksemia, anemia dan penyakit jantung bawaan. **Sari Pediatri** 2026;27(6):401-7

Kata kunci: gagal napas, pneumonia, faktor risiko determinan, anak

Risk Factors Determinants of Respiratory Failure in Children with Pneumonia

Zuhaira, Bakhtiar, Sulaiman Yusuf, Mulya Safri, Nora Sovira, Eka Destianti Edward

Background. Respiratory failure is an advanced phase of respiratory distress where the lungs fail to provide oxygen demand and expel carbon dioxide. Respiratory infections, especially pneumonia, are the most common cause of respiratory failure requiring mechanical ventilation in children.

Objective. This study aimed to determine the risk factor determinants of respiratory failure in children with pneumonia.

Methods. This study is an observational analytic study with a cross-sectional approach in children aged one month to < 18 years who were admitted to the Pediatric Ward and Pediatric Intensive Care Unit (PICU) of dr. Zainoel Abidin General Hospital from January 1 to December 31, 2022, with data from medical records that met the study criteria. Data were analyzed using bivariate analysis with the chi-square, Fisher tests, and Mann-whitney test, then the multivariate analysis was done using logistic regression.

Results. The total sample was 182 patients with pneumonia, and 33 patients (18.1%) experienced respiratory failure. Risk factors determining respiratory failure in children with pneumonia were sepsis ($p=0.000$, OR 57.62, and 95% CI [13.55-245.05]), hypoxemia ($p=0.002$, OR=7.19 and 95% CI [2.04-25.27]), anemia ($p=0.036$, OR=4.17, and 95% CI [1.097-15.87]) and congenital heart disease ($p=0.047$, OR=3.86, and CI95% [1.02-14.599]).

Conclusion. The risk factors determinants for respiratory failure in children with pneumonia is sepsis, followed by hypoxemia, anemia, and congenital heart disease (CHD). **Sari Pediatri** 2026;27(6):401-7

Keywords: respiratory failure, pneumonia, risk factor determinants, pediatric

Alamat korespondensi: Zuhaira. Departemen Ilmu Kesehatan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala, Jl. Teuku Tanoh Abee, Kopelma Darussalam, Banda Aceh 23111, Aceh. Email: zuhaira.rizki@gmail.com

Gagal napas merupakan fase lanjut dari gangguan pernapasan yang ditandai dengan kegagalan paru dalam memenuhi kebutuhan oksigen dan mengeluarkan karbondioksida (CO₂).¹ Perkembangan sistem respirasi anak yang berbeda berkontribusi terhadap etiologi dan insiden gagal napas akut yang lebih tinggi dibandingkan pada orang dewasa. Dua per tiga kasus gagal napas pada anak terjadi pada tahun pertama kehidupan, dan separuhnya terjadi pada masa neonatus. Penilaian cepat dan tata laksana yang tepat pada anak dengan gangguan pernapasan sangat penting, mengingat pasien yang tidak ditangani dengan baik pada fase akut dapat berkembang menjadi gagal kardiopulmoner akut dan akhirnya kematian.²⁻⁴

Infeksi pernapasan, khususnya pneumonia dan bronkiolitis berat, merupakan penyebab tersering gagal napas yang membutuhkan ventilasi mekanis pada anak.⁵

Pneumonia sering terjadi di seluruh strata ekonomi, terutama pada anak usia di bawah lima tahun.⁶ Pada tahun 2016, pneumonia pada anak menyebabkan sekitar 6,5 juta kematian, dengan sebagian besar terjadi di negara berkembang, termasuk 57.000 kematian di Asia Tenggara dan Timur.⁷ Menurut *World Health Organization* (WHO), pneumonia berkontribusi terhadap 14% kematian pada balita di dunia pada tahun 2019. Survei *Sample Registration System* Balitbangkes tahun 2016 melaporkan bahwa pneumonia menempati urutan ketiga sebagai penyebab kematian pada balita (9,4%).⁸

Provinsi Aceh menduduki peringkat kelima kasus pneumonia di Indonesia dengan prevalensi 2,5% pada tahun 2018.⁹ Kasus pneumonia tertinggi di Provinsi Aceh berada di Aceh Utara, diikuti oleh Aceh Timur, Pidie, Bireuen, dan di urutan kelima yaitu Banda Aceh. Jumlah kasus pneumonia di Banda Aceh mencapai 27.121 kasus pada tahun 2017.¹⁰ Penelitian oleh Nurjannah dkk¹¹ melaporkan bahwa angka kejadian pneumonia pada anak yang dirawat di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin Aceh mencapai 7,1% dari total pasien rawat inap periode 2008-2009.

Pada sebagian besar anak, hipoksemia yang tidak dikoreksi dapat berkembang menjadi gagal napas, terutama akibat ketidaksesuaian ventilasi-perfusi. Penelitian oleh Shaima dkk¹² di negara berkembang melaporkan bahwa sepsis berat, kejang, anemia, dan gizi buruk merupakan faktor risiko gagal napas pada anak dengan pneumonia, serta angka kematian yang secara signifikan lebih besar dibandingkan pasien tanpa gagal

napas. Oleh karena itu, pemahaman mengenai faktor prediktor terjadinya gagal napas pada anak yang dirawat di rumah sakit dengan pneumonia atau pneumonia berat sangat penting.¹²⁻¹⁴ Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh.

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan desain studi observasional analitik menggunakan pendekatan *cross sectional*. Pengambilan sampel dilakukan secara *total sampling*. Sampel diperoleh dari data sekunder rekam medis pasien periode 1 Januari 2022 hingga 31 Desember 2022.

Kriteria inklusi penelitian ini meliputi pasien anak usia 1 bulan hingga kurang dari 18 tahun dengan pneumonia yang mengalami gagal napas serta memiliki data rekam medis lengkap yang memuat seluruh variabel dependen dan independen yang diteliti. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan gagal napas yang disebabkan oleh kelainan sistem saraf pusat (SSP) atau disfungsi neuromuskular, serta pasien dengan kelainan hematologik akibat penyakit keganasan hematologik.

Diagnosis gagal napas ditegakkan berdasarkan nilai analisis gas darah arteri (AGDA) serta penggunaan alat bantu napas, baik invasif maupun non-invasif.

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh pada tanggal 9 November 2023 melalui surat nomor 252/ETIK-RSUDZA/2023.

Analisis data dilakukan secara bivariat menggunakan uji *Chi-Square* atau uji *Fisher*, dilanjutkan dengan analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik. Tingkat signifikansi yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah $p < 0,05$.

Hasil

Sebanyak 182 subjek memenuhi kriteria inklusi penelitian ini, dengan jumlah kejadian gagal napas yang memenuhi syarat minimal untuk analisis multivariat (10 kejadian per variabel). Pada Tabel 1 disajikan karakteristik umum subjek. Pasien yang mengalami gagal napas sebanyak 33 orang (18,1%), sedangkan

yang tidak mengalami gagal napas sebanyak 149 orang (81,9%). Sebagian besar pasien pneumonia dengan gagal napas berusia 1 bulan hingga 5 tahun (27 pasien; 18,1%), berjenis kelamin laki-laki (19 pasien; 19,0%), dan memiliki status gizi buruk (11 pasien; 28,9%).

Pada kelompok gagal napas, ditemukan anemia pada 25 pasien (26,6%) dan jumlah leukosit abnormal pada 25 pasien (33,8%). Hipoksemia dijumpai pada 27

pasien (40,9%) dan hiperkapnia pada 8 pasien (47,1%) di kelompok yang sama. Penyakit jantung bawaan (PJB) ditemukan pada 14 pasien (28,6%) dengan gagal napas. Sepsis merupakan kelainan klinis yang paling sering dijumpai pada kelompok gagal napas, yaitu sebanyak 30 pasien (62,5%).

Hasil analisis bivariat tertera pada Tabel 1 menunjukkan bahwa karakteristik umum subjek,

Tabel 1. Karakteristik subjek dan analisis bivariat faktor risiko gagal napas pada anak dengan pneumonia

Karakteristik	Pneumonia				p	IK 95%	OR
	Gagal napas (n = 33)		Tidak gagal napas (n = 149)				
	n	%	n	%			
Jenis kelamin							
Laki-laki	19	19,0	81	81,0	-	-	-
Perempuan	14	17,1	68	82,9	-	-	-
Usia							
1 bulan – 5 tahun	27	18,1	122	81,9	0,93 ^{mw}	0,20-2,22	0,66
>5 tahun - 10 tahun	4	25,0	12	75,0		Pembanding	
>10 tahun- <18 tahun	2	11,8	15	88,2		0,06-2,57	0,40
Status gizi							
Gizi buruk	11	28,9	27	71,1	0,198 ^{ct}	0,67-3,84	1,61
Gizi kurang	4	8,9	41	91,1		0,12-1,22	0,38
Gizi baik	18	20,2	71	79,8		Pembanding	
Gizi lebih + obesitas	0	0	10	100		-	-
Anemia							
Anemia	25	26,6	69	73,4	0,004	1,54-8,55	3,62
Tidak anemia	8	9,1	80	90,9			
Jumlah leukosit							
Abnormal	25	33,8	49	66,2	0,000	2,68-15,17	6,38
Normal	8	7,4	100	92,6			
Hipoksemia							
Hipoksemia	27	40,9	39	59,1	0,000	4,87-33,05	12,69
Tidak hipoksemia	6	5,2	110	94,8			
Hiperkapnia							
Hiperkapnia	8	47,1	9	52,9	0,004 ^f	1,75-14,13	4,98
Tidak hiperkapnia	25	15,2	140	84,8			
PJB							
PJB	14	28,6	35	71,4	0,027	1,09-5,28	2,40
Tidak PJB	19	14,3	114	85,7			
Sepsis							
Sepsis	30	62,5	18	37,5	0,000	20,13-263,07	72,78
Tidak sepsis	3	2,2	131	97,8			

ct: analisis *Chi-square for trend*, f: analisis uji *Fisher*, mw: analisis *Mann-Whitney*, PJB = *penyakit jantung bawaan*; OR = *odds ratio*; IK = *interval kepercayaan*

Tabel 2. Faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia (hasil analisis multivariat)

Variabel	p	OR	IK 95%
Sepsis	0,000	57,62	13,55-245,05
Hipoksemia	0,002	7,19	2,04-25,27
Anemia	0,036	4,17	1,097-15,87
Penyakit jantung bawaan	0,047	3,86	1,02-14,60

yaitu usia ($p=0,93$) dan status gizi ($p=0,198$), tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian gagal napas. Seluruh variabel gambaran laboratorium terbukti secara signifikan meningkatkan risiko gagal napas (Tabel 1). Anemia meningkatkan risiko gagal napas sebesar 3,62 kali ($p=0,004$; IK95%: 1,54-8,55). Jumlah leukosit abnormal meningkatkan risiko gagal napas sebesar 6,38 kali dibandingkan dengan jumlah leukosit normal ($p=0,000$; IK95%: 2,68-15,17). Hipoksemia meningkatkan risiko gagal napas sebesar 12,69 kali ($p=0,000$; IK 95%: 4,87-33,05), sedangkan hiperkapnia meningkatkan risiko sebesar 4,98 kali ($p=0,004$; IK95%: 1,75-14,13).

Penyakit jantung bawaan (PJB) berhubungan dengan peningkatan risiko gagal napas sebesar 2,4 kali ($p=0,027$; IK 95%: 1,09-5,28). Sepsis memiliki risiko paling besar, yaitu 72,78 kali ($p=0,000$; IK95%: 20,13-263,07).

Analisis multivariat dengan regresi logistik dilakukan untuk menentukan faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia. Berdasarkan analisis bivariat, enam variabel yang berhubungan dengan kejadian gagal napas dimasukkan ke dalam model multivariat, yaitu penyakit jantung bawaan, sepsis, anemia, jumlah leukosit, hipoksemia, dan hiperkapnia. Hasil analisis multivariat regresi logistik (Tabel 2) menunjukkan bahwa faktor risiko determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia adalah sepsis, hipoksemia, anemia, dan penyakit jantung bawaan.

Pembahasan

Penelitian ini melibatkan 182 subjek yang memenuhi kriteria sampel, dengan 33 subjek (18,1%) mengalami gagal napas dan 149 subjek (81,9%) tidak mengalami gagal napas.

Prevalensi gagal napas dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan temuan Shaima dkk¹² di Bangladesh (4,58%). Perbedaan ini diduga disebabkan

oleh perbedaan karakteristik sampel, jumlah sampel yang lebih besar pada penelitian Shaima dkk, serta status RSUD dr. Zainoel Abidin sebagai rumah sakit rujukan pusat di Aceh.

Jumlah subjek laki-laki dalam penelitian ini lebih banyak dibandingkan perempuan. Hal ini sejalan dengan penelitian kohort oleh Nasrin dkk¹³ di Bangladesh yang melaporkan bahwa pada kelompok pneumonia berat, 63% subjek berjenis kelamin laki-laki, sedangkan pada kelompok pneumonia secara umum mencapai 56%. Kerentanan anak laki-laki terhadap pneumonia disebabkan oleh faktor genetik dan kadar hormon testosteron yang lebih tinggi, yang diketahui dapat menekan respons imun.

Anemia terbukti berhubungan secara signifikan dengan kejadian gagal napas. Temuan ini konsisten dengan penelitian Shaima dkk¹² yang melaporkan anemia sebagai faktor risiko gagal napas serta penelitian Chisti dkk¹⁵ yang menemukan peningkatan risiko gagal napas pada anak pneumonia dengan anemia. Secara fisiologis, anemia menurunkan kapasitas pembawa oksigen sehingga mengurangi suplai oksigen ke jaringan.¹⁶

Jumlah leukosit abnormal secara signifikan meningkatkan risiko gagal napas. Penelitian oleh Anggrek dkk¹⁷ melaporkan bahwa distress pernapasan paling banyak terjadi pada pasien dengan leukosit $>15.000/\text{mm}^3$ (69,2%). Penelitian kohort prospektif oleh Tiewsoh dkk¹⁸ juga menunjukkan bahwa jumlah leukosit abnormal merupakan faktor risiko mortalitas pada anak dengan pneumonia. Leukositosis merupakan respons inflamasi sistemik terhadap infeksi yang dipicu oleh sitokin proinflamasi dan endotoksinemia. Pelepasan neutrofil untuk fagositosis patogen di lokasi peradangan dapat mengakibatkan aktivasi kaskade inflamasi berlebihan, yang pada gilirannya menyebabkan kerusakan jaringan paru yang luas.¹⁹ Pada pneumonia bakterial, pemeriksaan darah tepi umumnya menunjukkan leukositosis, sedangkan leukopeni pada infeksi bakteri diketahui berhubungan dengan prognosis yang lebih buruk.¹⁷

Hipoksemia secara signifikan meningkatkan risiko gagal napas pada anak dengan pneumonia. Penelitian Chisti dkk¹⁴ mengaitkan hipoksemia dengan angka kematian yang tinggi pada balita dengan malnutrisi berat dan pneumonia. Pada anak pneumonia dengan takipnea, hipoksemia dapat terjadi akibat gangguan difusi oksigen alveolar-arteri dan peningkatan tekanan karbon dioksida (CO₂) karena ventilasi alveolar yang tidak normal.¹⁴

Hiperkapnia juga terbukti secara signifikan meningkatkan risiko gagal napas. Ventilasi alveolar yang tidak adekuat pada suatu area paru menyebabkan kegagalan pengeluaran CO₂ dari kapiler darah di area tersebut, yang kemudian dikompensasi oleh hiperventilasi di area lain.²⁰ Penelitian Iskandar dkk²¹ menemukan bahwa kadar PaCO₂ yang tinggi mencerminkan ventilasi alveolar yang buruk pada anak dengan *community-acquired pneumonia* (CAP). PaCO₂ normal pada pasien dengan peningkatan usaha napas dan takipnea berat tidak selalu mengindikasikan kondisi yang baik, melainkan justru dapat menandakan gagal napas yang memerlukan intervensi segera.²

Penyakit jantung bawaan (PJB) meningkatkan risiko gagal napas sebesar 2,4 kali. Penelitian oleh Jat dkk²² melaporkan bahwa 20% pasien pneumonia dengan PJB memerlukan ventilasi mekanis, dibandingkan hanya 3,57% pada pasien tanpa PJB. Angka kematian pada kelompok PJB juga lebih tinggi (5% vs 2,1%). Penelitian Araya dkk²³ menemukan bahwa PJB dikaitkan dengan kematian pada anak dengan pneumonia komunitas. Studi kohort oleh Kasundriya dkk²⁴ di India juga mengidentifikasi PJB sebagai salah satu faktor risiko pneumonia berat pada anak dengan pirau kiri-ke-kanan, yang meningkatkan risiko pneumonia dan gagal jantung.

Sepsis merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada anak. Dalam penelitian ini, sepsis berhubungan secara bermakna dengan kejadian gagal napas, sejalan dengan temuan Shaima dkk¹² yang melaporkan bahwa sepsis berat meningkatkan risiko gagal napas sebesar 12,6 kali.

Sepsis muncul sebagai faktor risiko determinan dengan kekuatan hubungan paling besar dalam penelitian ini. Sepsis dan disfungsi multi-organ berkontribusi terhadap tingginya angka kematian dan morbiditas pada anak dengan *acute respiratory distress syndrome* (ARDS).²⁵ Sepsis memicu aktivasi endotel, inflamasi yang dimediasi sitokin, serta gangguan kaskade koagulasi, yang pada sepsis berat dapat menyebabkan

kerusakan alveolar difus. Peradangan sistemik pada sepsis diduga memicu kerusakan sel paru pada ARDS.²⁶ Sepsis berat sering disertai asidosis metabolik berat yang memicu kompensasi pernapasan berupa takipnea dan napas dalam. Kondisi ini dapat menurunkan kadar oksigen jaringan dan berujung pada hipoksemia serta ketidaksesuaian ventilasi-perfusi yang mengakibatkan gagal napas.¹²

Hipoksemia juga teridentifikasi sebagai faktor risiko determinan gagal napas. Penelitian oleh Rahman dkk²⁷ menyatakan bahwa hipoksemia merupakan kondisi yang paling sering muncul pada anak yang dirawat dengan pneumonia dan merupakan salah satu prediktor terkuat terhadap luaran klinis yang buruk.²⁸ Pada anak dengan pneumonia, defisiensi oksigen tidak hanya disebabkan oleh gangguan pernapasan, tetapi juga oleh penurunan proses oksidatif dan peningkatan kadar asam karbonat dalam darah.²⁹ Hipoksemia arteri terjadi apabila ventilasi alveolar tidak memadai atau terjadi ketidakseimbangan rasio ventilasi-perfusi. Kelainan distribusi ventilasi dan perfusi akibat peningkatan area hipoventilasi dapat menyebabkan pirau intrapulmonal dan hipoksemia arteri.^{21,30} Hipoksia selanjutnya dapat menimbulkan berbagai kondisi tidak diinginkan, seperti vasodilatasi lokal, vasokonstriksi paru, asidosis metabolik, nekrosis jaringan, kerusakan otak, serta gagal napas dan kematian.³¹

Anemia juga merupakan faktor risiko determinan gagal napas. Kadar hemoglobin merupakan salah satu penentu utama *oxygen delivery* (DO₂), sehingga anemia berpotensi menjadi faktor risiko penting terhadap luaran buruk pada pasien gagal napas yang membutuhkan ventilasi mekanis.³²

Kapasitas pembawa oksigen oleh eritrosit pada anak sakit kritis dengan anemia dapat terganggu akibat penurunan kadar hemoglobin dan hipoksemia jaringan. Kondisi ini dapat menyebabkan kelelahan fisiologis dan progresivitas menuju gagal napas. Sebuah studi melaporkan bahwa anemia dikaitkan dengan luaran buruk pada pasien yang menerima ventilasi mekanis, termasuk angka harapan hidup rendah, durasi ventilasi mekanis yang lebih panjang, serta peningkatan kebutuhan reintubasi.¹²

Penyakit jantung bawaan juga terbukti sebagai faktor risiko determinan gagal napas. Pada PJB asiantik dengan pirau kiri-ke-kanan melalui defek septum atau duktus arteriosus, terjadi peningkatan aliran darah paru dan edema paru. Edema paru selanjutnya dapat menyebabkan gagal jantung kongestif dan menjadi

fokus infeksi saluran napas bawah. Gangguan fungsi paru restriktif akibat deformitas dinding dada, gangguan pertumbuhan paru, penurunan complians paru, serta paralisis diafragma sering ditemukan pada banyak kasus PJB, baik sebelum maupun sesudah koreksi bedah. Kelainan obstruktif dan difusi juga dapat terjadi tergantung patofisiologi yang mendasari. Infeksi saluran napas pada anak dengan PJB merupakan penyebab utama kesakitan dan kematian, termasuk gagal napas, ventilasi mekanis berkepanjangan, dan rawat inap.³³

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Desain *cross sectional* yang digunakan tidak memungkinkan penarikan kesimpulan kausalitas. Penggunaan data sekunder dari rekam medis berisiko terhadap hilangnya informasi dan kurangnya standarisasi data. Selain itu, penelitian yang dilakukan di satu rumah sakit saja kemungkinan tidak dapat mewakili seluruh populasi anak dengan pneumonia yang mengalami gagal napas.

Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi sepsis (OR 57,6), hipoksemia (OR 7,2), anemia (OR 4,2), dan penyakit jantung bawaan (OR 3,9) sebagai faktor determinan gagal napas pada anak dengan pneumonia. Keempat faktor ini harus menjadi perhatian utama dalam asesmen awal dan monitoring pasien, mengingat kekuatan hubungannya yang signifikan. Deteksi dini dan tata laksana agresif terhadap sepsis, koreksi anemia, serta kewaspadaan ekstra pada pasien dengan PJB dan hipoksemia berpotensi mencegah progresivitas menuju gagal napas. Penelitian prospektif multisenter diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini dan mengeksplorasi intervensi target terhadap faktor-faktor tersebut.

Daftar pustaka

1. Petersen TL, Schuh AM. Respiratory failure. Dalam: Marcdante KJ, Kliegman R, Schuh AM, penyunting. *Nelson essentials of pediatrics*. Edisi ke 9. Philadelphia: Elsevier; 2023. h. 155-6.
2. Nitu ME, Eigen H. Respiratory failure. *Pediatr Rev* 2009;30:470-8.
3. Sampayo EM, Viteri SD. Respiratory distress. Dalam: Florin TA, Ludwig S, penyunting. *Netter's pediatrics*. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2011. h. 17-23.
4. Schneider J, Sweberg T. Acute respiratory failure. *Crit Care Clin* 2013;29:167-83.
5. Duffett M, Choong K, Ng V, Randolph A, Cook DJ. Surfactant therapy for acute respiratory failure in children: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2007;11:1-10.
6. Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. *Bull World Health Organ* 2008;86:408-16.
7. Troeger C, Blacker B, Khalil IA, Rao PC, Cao J, Zimsen SRM, dkk. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory infections in 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Infect Dis* 2018;18:1191-210.
8. Kementerian Kesehatan RI. Laporan kinerja 2022 Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular Kementerian Kesehatan. 2022. [diakses tanggal 10 Januari 2024]. Didapat dari: <https://p2pm.kemkes.go.id/storage/informasi-publik/content/GHwE3BiLbOrvZZPKY1Pm91BIRWqzE4-metaTGFwa2luIFAyUE0gMjAyMi5wZGY=-.pdf>
9. Kementerian Kesehatan RI. Hasil utama Rischesdas 2018. 2018. [diakses tanggal 24 Januari 2024]. Didapat dari: <http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/hasil-rischesdas-2018.pdf>
10. Dinas Kesehatan Provinsi Aceh. Profil kesehatan Aceh tahun 2017. 2018. [diakses tanggal 24 Januari 2024]. Didapat dari: https://dinkes.acehprov.go.id/uploads/Profil_Dinkes_Aceh_2017.pdf
11. Nurjannah, Sovira N, Anwar S. Profil pneumonia pada anak di RSUD Dr. Zainoel Abidin, studi retrospektif. *Sari Pediatr* 2012;13:1-5.
12. Shaima SN, Alam T, Bin Shahid ASMS, Shahrin L, Sarmin M, Afroze F, dkk. Prevalence, predictive factors, and outcomes of respiratory failure in children with pneumonia admitted in a developing country. *Front Pediatr* 2022;10:1-7.
13. Nasrin S, Tariqujjaman M, Sultana M, Zaman RA, Ali S, Chisti MJ, dkk. Factors associated with community acquired severe pneumonia among under five children in Dhaka, Bangladesh: a case control analysis. *PLoS One* 2022;17:1-14.
14. Chisti MJ, Salam MA, Ashraf H, Faruque ASG, Bardhan PK, Shahid ASMSB, dkk. Predictors and outcome of hypoxemia in severely malnourished children under five with pneumonia: a case control design. *PLoS One* 2013;8:1-5.
15. Chisti MJ, Kawser CA, Rahman ASMMH, Shahid ASMS Bin, Afroze F, Shahunja KM, dkk. Prevalence and outcome of anemia among children hospitalized for pneumonia and their risk of mortality in a developing country. *Sci Rep* 2022;12:1-7.
16. Hastings CA, Torkildson JC, Agrawal AK, penyunting. Approach to the anemic child. Dalam: *Handbook of pediatric hematology and oncology*. Edisi ke 3. Oakland: Wiley-Blackwell; 2021. h. 1-14.
17. Anggrek K, Runtuwuwu AL, Wahani A, Margaretha L. Faktor risiko kejadian distress pernapasan pada anak dengan pneumonia. *Sari Pediatr* 2016;9:391.
18. Tiewsoh K, Lodha R, Pandey RM, Broor S, Kalaivani M, Kabra SK. Factors determining the outcome of children hospitalized with severe pneumonia. *BMC Pediatr* 2009;9:1-8.

19. de Jager CPC, Wever PC, Gemen EFA, Kusters R, van Gageldonk-Lafeber AB, van der Poll T, dkk. The neutrophil-lymphocyte count ratio in patients with community-acquired pneumonia. *PLoS One* 2012;7:4-11.
20. Rawat D, Modi P, Sharma S. Hypercapnea. *StatPearls* [Internet]. 2022 [diakses tanggal 10 Agustus 2022]. Didapat dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500012/>
21. Iskandar D, Rahajoe NN, Rahajoe N, Boediman I. Carbon dioxide tension as a reflection of different respiratory rates and chest x-ray features in children with community acquired pneumonia. 2010;50:207-13. (Catatan: Nama jurnal tidak disebutkan, perlu dilengkapi oleh penulis)
22. Jat NK, Bhagwani DK, Bhutani N, Sharma U, Sharma R, Gupta R. Assessment of the prevalence of congenital heart disease in children with pneumonia in tertiary care hospital: a cross-sectional study. *Ann Med Surg* 2022;73:103-11.
23. Araya S, Lovera D, Zarate C, Apodaca S, Acuña J, Sanabria G, dkk. Application of a prognostic scale to estimate the mortality of children hospitalized with community-acquired pneumonia. *Pediatr Infect Dis J* 2016;35:369-73.
24. Kasundriya SK, Dhaneria M, Mathur A, Pathak A. Incidence and risk factors for severe pneumonia in children hospitalized with pneumonia in Ujjain, India. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:1-15.
25. Singha J, Bhardwara V, Sobtia P, Pooni PA. Clinical profile and outcome of acute respiratory failure in children: a prospective study in a tertiary care hospital. *Int J Clin Pediatr* 2014;3:46-50.
26. Kohne JG, Flori HR. Risk factors and etiologies of pediatric acute respiratory distress syndrome. 2020 [diakses tanggal 10 Agustus 2022]. Didapat dari: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7121855/pdf/978-3-030-21840-9_Chapter_4.pdf
27. Rahman AE, Hossain AT, Chisti MJ, Dockrell DH, Nair H, El Arifeen S, dkk. Hypoxaemia prevalence and its adverse clinical outcomes among children hospitalised with WHO-defined severe pneumonia in Bangladesh. *J Glob Health* 2021;11:348-59.
28. Shao C, Yang Y. Value of blood gas analysis and immunological indicators in early diagnosis and treatment monitoring of children with severe pneumonia and sepsis. *Am J Transl Res* 2022;14:6905.
29. Komiljon K, Rajabboy I. Etiology and pathogenesis of pneumonia in children. *Am J Med Med Sci* 2020;10:236-41.
30. Pifferi M, Caramella D, Pietrobelli A, Ragazzo V, Boner AL. Blood gas analysis and chest x-ray findings in infants and preschool children with acute airway obstruction. *Respiration* 2005;72:176-81.
31. Walsh BK, Smallwood CD. Pediatric oxygen therapy: a review and update. *Respir Care* 2017;62:645-61.
32. Vargas Muñoz SM, De Vivero Haddad S, Beltran AM, Bonilla Gonzalez C, Naranjo Vanegas M, Moreno-Lopez S, dkk. Incidence, etiology, sociodemographic and clinical characterization of acute respiratory failure in pediatric patients at a high-altitude city: a multicenter cohort study. *Front Pediatr* 2022;10:1-12.
33. Healy F, Hanna BD, Zinman R. Pulmonary complications of congenital heart disease. *Paediatr Respir Rev* 2012;13:10-5.