
DETEKSI MOLEKULER DAN DISTRIBUSI PATOGEN RESPIRATORI PADA KASUS INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT MENGGUNAKAN PANEL PCR

MOLECULAR DETECTION AND DISTRIBUTION OF RESPIRATORY PATHOGENS IN ACUTE RESPIRATORY INFECTION CASES USING PCR PANEL

Yulia Ratna Dewi^{1*}, Maryoto², Emma Ismawatie³, Arum Kusuma Putri⁴, Resi Thondo Jimat⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Indonusa Surakarta, Indonesia

*Email corresponding author: yuliaratnadewi@poltekindonusa.ac.id

Diterima : 27 Mei 2025

Disetujui : 26 Juni 2025

Terbit : 30 Juni 2025

ABSTRACT

Acute Respiratory Infections are a major global health concern, with viruses being the primary causative agents. This study aimed to identify the distribution of pathogens responsible for ARI symptoms based on respiratory PCR panel results and to analyze the demographic characteristics of the patients. The data were analyzed descriptively using SPSS, presenting the results as frequencies and percentages. A total of 216 patients from a hospital in Jakarta were included in this study between January and December 2023. The results showed that 94% (203 cases) of the infections were caused by viruses, 4% (9 cases) by bacteria, and 2% (4 cases) were viral–bacterial co-infections. The majority of patients were under five years of age (56%), and a significant association was found between the type of pathogen and the age group ($p < 0.05$), while no significant association was observed with sex ($p > 0.05$). These findings highlight the predominance of viral infections in ARI, especially among younger age groups, and emphasize the importance of utilizing respiratory PCR panels for accurate diagnosis and rational antibiotic use. Improved public health education and targeted preventive measures are required to reduce the burden of ARI, especially in vulnerable populations.

Keywords: acute respiratory infection, respiratory pathogens, PCR panel, virus, age group

ABSTRAK

Infeksi Saluran Pernapasan Akut merupakan salah satu masalah kesehatan utama di tingkat global, dengan infeksi virus sebagai penyebab dominan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi patogen penyebab ISPA berdasarkan pemeriksaan PCR panel respiratori, serta menganalisis karakteristik demografi pasien. Data dianalisis secara deskriptif dengan bantuan perangkat lunak SPSS untuk menghitung frekuensi dan persentase. Sampel terdiri dari 216 pasien yang diperiksa di salah satu rumah sakit di Jakarta selama periode Januari–Desember 2023. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa dari total sampel, 94% (203 kasus) disebabkan oleh infeksi virus, 4% (9 kasus) oleh bakteri, dan 2% (4 kasus) merupakan koinfeksi virus–bakteri. Mayoritas pasien berada dalam kelompok usia balita (56%), dan terdapat hubungan signifikan antara jenis patogen dengan kelompok usia ($p < 0,05$), sedangkan hubungan dengan jenis kelamin tidak signifikan ($p > 0,05$). Temuan ini menekankan dominasi infeksi virus sebagai penyebab ISPA, khususnya pada populasi usia muda, serta menekankan pentingnya pemeriksaan PCR panel respiratori untuk mendukung diagnosis yang akurat dan rasionalisasi terapi, termasuk pengurangan penggunaan antibiotik yang tidak diperlukan. Upaya edukasi kesehatan dan langkah

pencegahan perlu terus digencarkan guna mengurangi beban ISPA, khususnya pada kelompok usia rentan.

Kata kunci: infeksi saluran pernapasan akut, patogen respiratori, PCR panel, virus, kelompok usia

PENDAHULUAN

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia. Data dari *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa ISPA menyumbang hingga 4,25 juta kematian setiap tahunnya dan telah menurunkan usia harapan hidup global sebesar 2,09 juta tahun (Maryoto & Dewi, 2024). Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) adalah penyakit yang menyerang organ pernapasan mulai dari hidung hingga alveolus dan organ adneksanya (sinus, rongga telinga tengah, dan pleura) yang disebabkan oleh lebih dari 300 jenis mikroorganisme seperti bakteri, virus, atau jamur (Tias *et al.*, 2024). Di Indonesia, ISPA masih menjadi masalah kesehatan utama, terutama pada anak di bawah lima tahun yang menjadi kelompok paling rentan terhadap komplikasi serius. Studi oleh Windi *et al.* (2021) menegaskan bahwa meskipun berbagai faktor telah diidentifikasi sebagai penyebab ISPA, determinan utamanya masih belum sepenuhnya jelas (Windi *et al.*, 2021).

ISPA tidak hanya berdampak pada anak-anak, tetapi juga menjadi beban kesehatan yang signifikan pada kelompok dewasa dan lanjut usia. Dalam populasi ini, virus pernapasan diketahui memiliki kontribusi lebih besar dibandingkan bakteri dalam kasus pneumonia, yang merupakan bentuk paling berat dari ISPA (Shi *et al.*, 2020). Laporan global juga menyebutkan bahwa ISPA termasuk dalam empat besar penyebab utama kematian dan kecacatan di seluruh kelompok usia. Patogen penyebab ISPA yang paling umum meliputi rhinovirus, respiratory syncytial virus (RSV), virus influenza, parainfluenza, metapneumovirus, adenovirus, dan coronavirus (Inderiati *et al.*, 2023) (Nieman & Sakaguchi, 2022). Selain itu, bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae* dan *Haemophilus influenzae* juga memiliki peran signifikan dalam kasus ISPA berat (H. Rogier van Doorn & Yu, 2019).

Kelompok dengan imunitas lemah seperti balita, lansia, dan pasien dengan komorbiditas seperti penyakit paru kronis atau kondisi immunosupresif, lebih berisiko mengalami komplikasi ISPA seperti pneumotoraks, sepsis, hingga kematian (Caballero *et al.*, 2019). Oleh karena itu, deteksi dini dan akurat terhadap patogen penyebab ISPA sangat krusial untuk menentukan penanganan yang tepat.

Seiring dengan perkembangan teknologi laboratorium, metode molekuler seperti Polymerase Chain Reaction (PCR) menjadi pilihan unggulan dalam mendeteksi patogen penyebab ISPA. Jika dibandingkan dengan metode konvensional seperti kultur, serologi, dan deteksi antigen, PCR menunjukkan keunggulan dalam hal sensitivitas, spesifisitas, dan waktu pemeriksaan yang lebih singkat (Calderaro *et al.*, 2022). Dalam praktik klinis, nucleic acid amplification test (NAAT), khususnya PCR berbasis panel respiratori, telah digunakan secara luas untuk deteksi simultan berbagai patogen virus dan bakteri penyebab infeksi saluran napas. Bahkan, PCR telah terbukti lebih sensitif daripada kultur sel dalam mendeteksi berbagai virus penyebab ISPA (Alvarez-Moreno *et al.*, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi patogen penyebab ISPA berdasarkan hasil PCR panel respiratori. Penelitian ini juga mengelompokkan patogen berdasarkan klasifikasi (virus, bakteri, dan koinfeksi), serta

mengidentifikasi karakteristik demografi pasien berdasarkan usia dan jenis kelamin. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pendekatan diagnostik molekuler yang lebih efektif untuk penanganan ISPA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional, yang bertujuan untuk mengetahui distribusi jenis patogen penyebab gejala infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) berdasarkan hasil pemeriksaan PCR panel respiratori, serta melihat karakteristik demografi pasien.

Sampel penelitian berjumlah 216 pasien, yang diperoleh melalui pengambilan data sekunder dari rekam medis pasien yang menjalani pemeriksaan PCR panel respiratori di salah satu rumah sakit Y di daerah Jakarta selama periode Januari hingga Desember 2023.

Pemilihan sampel dilakukan secara total sampling terhadap seluruh data pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berikut:

Kriteria inklusi:

1. Pasien yang menjalani pemeriksaan PCR panel respiratori selama periode penelitian.
2. Pasien dengan hasil PCR positif, baik terhadap virus, bakteri, maupun koinfeksi (virus dan bakteri).
3. Data pasien tersedia dan lengkap, mencakup informasi usia dan jenis kelamin.

Kriteria eksklusi:

1. Pasien dengan hasil PCR negatif atau tidak menunjukkan deteksi patogen apa pun.
2. Hasil PCR yang invalid atau tidak dapat dianalisis.
3. Data pasien yang tidak lengkap, seperti tidak tercantumnya usia atau jenis kelamin.

Data yang dikumpulkan mencakup jenis patogen yang terdeteksi (virus, bakteri, atau koinfeksi), kelompok usia, dan jenis kelamin pasien. Analisis data dilakukan secara deskriptif menggunakan program SPSS, dengan menyajikan distribusi frekuensi dan persentase. Selain itu, dilakukan analisis tabulasi silang (crosstabulation) untuk mengevaluasi distribusi patogen berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh dari salah satu rumah sakit Y di Jakarta selama Januari hingga Desember 2023, dengan total pasien sebanyak 216 orang yang diperiksa menggunakan metode PCR panel respiratori.

Tabel 1. Distribusi Jenis Patogen Berdasarkan Klasifikasi

Klasifikasi	Jumlah Kasus	Persentase %
Virus	203	94
Bakteri	9	4
Koinfeksi	4	2
Toal	216	100%

Berdasarkan data tersebut (Tabel 1), sebagian besar kasus ISPA (94%) disebabkan oleh infeksi virus (203 kasus), sedangkan infeksi bakteri hanya ditemukan pada 9 kasus (4%), dan koinfeksi virus-bakteri terjadi pada 4 kasus (2%). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya

yang menunjukkan bahwa virus merupakan penyebab utama Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), terutama pada kelompok anak-anak dan remaja (Kurskaya *et al.*, 2023). ISPA sendiri mencakup berbagai infeksi saluran napas, mulai dari hidung, tenggorokan, hingga paru-paru (Haryani *et al.*, 2020). Virus yang sering terdeteksi pada ISPA antara lain respiratory syncytial virus (RSV), influenza virus, rhinovirus, dan coronavirus (Kurskaya *et al.*, 2023) (Reina *et al.*, 2021). Penyebaran virus yang terjadi melalui kontak langsung, fomite, droplet besar, maupun aerosol halus, ditambah dengan kemampuan virus untuk cepat menginfeksi epitel saluran pernapasan, berkontribusi pada tingginya kasus ISPA yang disebabkan oleh virus (Leung, 2021).

Sebaliknya, angka deteksi bakteri cukup rendah, yaitu hanya 4% dari seluruh sampel. Bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, dan *Mycoplasma pneumoniae* memang dikenal sebagai patogen penyerta ISPA, terutama pada kasus yang menunjukkan progres klinis lambat atau komplikasi (Gadsby & Musher, 2022). Walaupun prevalensinya rendah, infeksi bakteri tetap perlu diwaspadai karena berpotensi menimbulkan morbiditas tinggi, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. *S. pneumoniae*, misalnya, merupakan flora normal di nasofaring anak-anak, namun dapat menjadi patogen invasif ketika terjadi gangguan imunologis (Correia *et al.*, 2021).

Koinfeksi virus dan bakteri teridentifikasi pada 4 pasien (2%), yang menandakan bahwa infeksi ganda dapat terjadi dan berkontribusi pada peningkatan keparahan klinis. Literatur menunjukkan bahwa interaksi sinergis antara virus dan bakteri dapat memperparah ISPA melalui beberapa mekanisme, seperti kerusakan epitel, gangguan fungsi mukosiliar, serta modulasi sistem imun lokal (Annamalay & Souëf, 2017). Dalam hal ini, infeksi virus dapat menyiapkan kondisi bagi kolonisasi bakteri dengan merusak sawar epitel, sementara infeksi bakteri dapat meningkatkan ekspresi reseptor virus pada permukaan sel.

Penemuan ini memperkuat urgensi penggunaan diagnostik molekuler berbasis PCR panel respiratori dalam pengelolaan klinis pasien ISPA. Deteksi cepat dan akurat terhadap patogen respiratori memungkinkan penentuan terapi empiris yang lebih rasional, baik berupa antivirus, antibiotik, atau kombinasi keduanya. Hal ini juga membantu mencegah penggunaan antibiotik yang tidak tepat pada kasus ISPA yang sebenarnya disebabkan oleh virus, yang berisiko meningkatkan kejadian resistensi antimikroba (Alsayari *et al.*, 2021).

Selain itu, temuan koinfeksi meskipun rendah, tetap menunjukkan bahwa dokter perlu waspada terhadap risiko superinfeksi bakteri sekunder pada pasien ISPA, terutama mereka yang mengalami gejala berat atau tidak membaik setelah terapi awal. Superinfeksi bakteri ini telah dilaporkan memperparah kondisi pasien dan meningkatkan risiko rawat inap serta mortalitas (Manohar *et al.*, 2020).

Tabel 2. Demografi Pasien

Kelompok Usia	Jumlah Pasien	Persentase (%)
Balita	120	56 %
Bayi	12	6 %
Remaja	64	30 %
Dewasa	14	6 %
Lanjut Usia	6	3 %
Total	216	100%

Distribusi kelompok usia (Tabel 2) menunjukkan bahwa balita mendominasi jumlah kasus (56% atau 120 kasus), diikuti oleh remaja (30% atau 64 kasus), bayi (6% atau 12 kasus), dewasa (6% atau 14 kasus), dan lansia (3% atau 6 kasus). Tingginya proporsi kasus pada kelompok balita dan remaja dapat dikaitkan dengan kondisi sistem imun yang masih berkembang, serta frekuensi tinggi interaksi sosial seperti di sekolah dan tempat penitipan anak yang meningkatkan risiko paparan terhadap patogen respiratori. Paparan virus pernapasan lebih tinggi terjadi pada anak-anak karena aktivitas sosial yang padat serta belum optimalnya sistem imun (Merera, 2021). Studi serupa menunjukkan bahwa bahwa anak-anak, khususnya balita, merupakan kelompok usia paling rentan terhadap infeksi virus respiratori, terutama akibat imunitas yang belum matang, malnutrisi, dan tingginya kepadatan tempat tinggal. Selain itu, kondisi rumah dengan ventilasi buruk juga menjadi faktor risiko tambahan (Islam et al., 2024) (Olang et al., 2024).

Temuan ini mendukung literatur bahwa balita merupakan kelompok dengan risiko tertinggi mengalami ISPA akibat sistem imun yang belum matang dan paparan lingkungan yang tinggi (Kurskaya et al., 2023). Hal ini memperkuat argumen bahwa paparan yang lebih besar terhadap virus, bersama dengan kemampuan sistem kekebalan tubuh yang masih berkembang, menjadikan balita sebagai kelompok dengan kerentanan tertinggi.

Hasil uji Chi-square menunjukkan hubungan yang signifikan antara jenis patogen dan kelompok usia ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa kelompok usia balita lebih banyak mengalami infeksi virus, sedangkan pada kelompok dewasa dan lansia cenderung ditemukan infeksi bakteri atau koinfeksi virus-bakteri. Perbedaan pola patogen ini dapat dijelaskan oleh konsep immunosenescence, yaitu penurunan progresif fungsi sistem imun seiring bertambahnya usia. Pada lansia, terjadi penurunan aktivitas fagosit, serta fungsi limfosit T dan B yang berdampak pada efektivitas respons imun terhadap infeksi (Theodorakis et al., 2024). Bakteri patogen sering kali mengeksploitasi kondisi ini dengan faktor virulensinya untuk menghindari pertahanan imun, yang mengakibatkan infeksi berat, termasuk pneumonia yang mengancam jiwa.

Lebih lanjut, prevalensi pneumonia komunitas pada kelompok lanjut usia (≥ 65 tahun) dilaporkan lebih tinggi dibandingkan ISPA pada kelompok usia lainnya. Selain immunosenescence, komorbiditas seperti penyakit paru kronis, diabetes, dan gagal jantung memperberat kondisi ISPA dan memperpanjang lama rawat inap (Theodorakis et al., 2024). Hasil Penelitian menekankan pentingnya diagnosis dan terapi yang disesuaikan dengan kelompok usia, khususnya pendekatan agresif terhadap lansia dan perlindungan preventif pada anak-anak seperti vaksinasi dan edukasi kebersihan pernapasan.

Tabel 3. Distribusi Jenis Kelamin Pasien

Jenis Kelamin	Jumlah Pasien	Persentase (%)
Perempuan	91	42 %
Laki-laki	125	59 %
Total	216	100%

Distribusi jenis kelamin (Tabel 3) menunjukkan bahwa laki-laki lebih banyak terkena ISPA (58% atau 125 kasus) dibandingkan perempuan (42% atau 91 kasus). Namun, analisis statistik menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara jenis patogen dan jenis kelamin ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa jenis kelamin bukan merupakan faktor risiko utama dalam penentuan jenis

patogen penyebab ISPA (Olang et al., 2024). Hasil ini sejalan dengan temuan beberapa studi epidemiologi yang menunjukkan bahwa meskipun laki-laki sering memiliki angka kasus lebih tinggi, perbedaan ini tidak signifikan secara statistik dan dapat disebabkan oleh variasi perilaku, paparan lingkungan, maupun faktor biologis seperti respons imun (Mondal & Paul, 2020).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa virus merupakan patogen dominan penyebab ISPA, terutama pada kelompok usia balita dan remaja. Penggunaan metode PCR panel respiratori terbukti efektif dalam mengidentifikasi patogen penyebab ISPA dengan cepat dan akurat. Hasil ini penting dalam mendukung penentuan tatalaksana yang tepat serta mengurangi penggunaan antibiotik yang tidak rasional. Selain itu, temuan ini juga menggarisbawahi pentingnya upaya pencegahan infeksi, seperti melalui vaksinasi influenza dan RSV, serta edukasi mengenai perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) guna menurunkan risiko penularan ISPA di masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) di rumah sakit Y di Jakarta selama Januari hingga Desember 2023 didominasi oleh infeksi virus, dengan prevalensi sebesar 94%, sedangkan infeksi bakteri hanya 4%, dan koinfeksi virus-bakteri 2%. Temuan ini menegaskan peran utama virus sebagai penyebab ISPA, mendukung pentingnya deteksi dini melalui metode PCR panel respiratori untuk identifikasi etiologi infeksi secara akurat. Identifikasi patogen yang cepat dan tepat tidak hanya membantu penegakan diagnosis, tetapi juga berperan penting dalam penentuan terapi empiris yang rasional, pengurangan penggunaan antibiotik yang tidak diperlukan, dan pengendalian resistensi antimikroba. Selain itu, keberadaan kasus koinfeksi meskipun jumlahnya kecil tetap harus diperhatikan, karena berpotensi meningkatkan keparahan penyakit dan memperburuk prognosis pasien.

Saran

Disarankan agar rumah sakit dan laboratorium klinik meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas uji PCR panel respiratori sebagai bagian dari manajemen rutin pasien ISPA, terutama di era meningkatnya resistensi antimikroba. Tenaga medis juga perlu diberikan pelatihan berkelanjutan terkait interpretasi hasil diagnostik molekuler dan pengelolaan infeksi saluran pernapasan yang berbasis bukti. Penelitian lanjutan dengan cakupan lebih luas dan variabel tambahan, seperti data imunisasi, status komorbid, dan outcome klinis pasien, sangat direkomendasikan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai epidemiologi ISPA dan efektivitas intervensi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsayari, A., Muhsinah, A. Bin, Almaghaslah, D., Annadurai, S., & Wahab, S. (2021). Pharmacological efficacy of ginseng against respiratory tract infections. *Molecules*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26134095>
- Alvarez-Moreno, C. A., de Araújo, E. S. A., Baumeister, E., Nogales Crespo, K. A., Kalergis, A. M., Muñoz Medina, J. E., Tsukayama, P., & Ugarte-Gil, C. (2024). Differential Diagnosis in the Management of Acute Respiratory Infections through Point-of-Care Rapid Testing in a Post-Pandemic Scenario in Latin America: Special Focus on COVID-19, Influenza, and Respiratory

- Syncytial Virus. Covid, 4(2), 221–260. <https://doi.org/10.3390/covid4020017>
- Annamalay, A., & Souëf, P. Le. (2017). Viral-Bacterial Interactions in Childhood Respiratory Tract Infections. *Viral Infections in Children*, 1(1), 193–220. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54033-7>
- Caballero, M. T., Bianchi, A. M., Nuño, A., Ferretti, A. J. P., Polack, L. M., Remondino, I., Rodriguez, M. G., Orizzonte, L., Vallone, F., Bergel, E., & Polack, F. P. (2019). Mortality Associated With Acute Respiratory Infections Among Children at Home. *Journal of Infectious Diseases*, 219(3), 358–364. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiy517>
- Calderaro, A., Buttrini, M., Farina, B., Montecchini, S., De Conto, F., & Chezzi, C. (2022). Respiratory Tract Infections and Laboratory Diagnostic Methods: A Review with A Focus on Syndromic Panel-Based Assays. *Microorganisms*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091856>
- Correia, W., Dorta-Guerra, R., Sanches, M., Almeida Semedo, C. de J. B., Valladares, B., de Pina-Araújo, I. I. M., & Carmelo, E. (2021). Study of the Etiology of Acute Respiratory Infections in Children Under 5 Years at the Dr. Agostinho Neto Hospital, Praia, Santiago Island, Cabo Verde. *Frontiers in Pediatrics*, 9(September), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.716351>
- Gadsby, N. J., & Musher, D. M. (2022). The Microbial Etiology of Community-Acquired Pneumonia in Adults: From Classical Bacteriology to Host Transcriptional Signatures. *Clinical Microbiology Reviews*, 35(4). <https://doi.org/10.1128/cmr.00015-22>
- H. Rogier van Doorn, & Yu, H. (2019). Viral Respiratory Infections. *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, 28(8), 284–288.
- Haryani, M., Sormin, I. P., & Liandhajani. (2020). Characteristics of Patients with Acute Respiratory Infections Using Antibiotics at Hospital X. *Journal La Medihealthico*, 01(01), 8–12. <https://doi.org/10.37899/journallamedihealthico.v5i4.1527>
- Inderiati, D., Rachmawaty, T., & Amaniah Anhar, C. (2023). Identification of Acute Respiratory Infection Patients Using RP2 Nested Multiplex PCR Test in Jakarta, Indonesia. *Medical Laboratory Technology Journal*, 9(1), 53–62. <https://doi.org/10.31964/mltj.v8i2.519>
- Islam, M., Islam, K., Dalal, K., & Hossain Hawlader, M. D. (2024). In-house environmental factors and childhood acute respiratory infections in under-five children: a hospital-based matched case-control study in Bangladesh. *BMC Pediatrics*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12887-024-04525-4>
- Kurskaya, O. G., Prokopyeva, E. A., Sobolev, I. A., Solomatina, M. V., Saroyan, T. A., Dubovitskiy, N. A., Derko, A. A., Nokhova, A. R., Anoshina, A. V., Leonova, N. V., Simkina, O. A., Komissarova, T. V., Shestopalov, A. M., & Sharshov, K. A. (2023). Changes in the Etiology of Acute Respiratory Infections among Children in Novosibirsk, Russia, between 2019 and 2022: The Impact of the SARS-CoV-2 Virus. *Viruses*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/v15040934>
- Leung, N. H. L. (2021). Transmissibility and transmission of respiratory viruses. *Nature Reviews Microbiology*, 19(8), 528–545. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00535-6>
- Manohar, P., Loh, B., Athira, S., Nachimuthu, R., Hua, X., Welburn, S. C., & Leptihn, S. (2020). Secondary Bacterial Infections During Pulmonary Viral Disease: Phage Therapeutics as Alternatives to Antibiotics? *Frontiers in Microbiology*, 11(June), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01434>
- Maryoto, & Dewi, Y. R. (2024). Identifikasi Hasil Pcr Panel Respiratory Penyebab Gejala Ispa Di Rumah Sakit X Jakarta Selatan Tahun 2023. *PLENARY HEALTH: JURNAL KESEHATAN PARIPURNA*, 1(3), 135–141.
- Merera, A. M. (2021). Determinants of acute respiratory infection among under-five children in rural Ethiopia. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06864-4>
- Mondal, D., & Paul, P. (2020). Effects of indoor pollution on acute respiratory infections among under-five children in India: Evidence from a nationally representative population-based study. *PLoS ONE*, 15(8 August), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237611>
- Nieman, D. C., & Sakaguchi, C. A. (2022). Physical activity lowers the risk for acute respiratory

- infections: Time for recognition. *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 648–655. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.08.002>
- Olang, E. S. K. D., Adu, A. A., & Purnawan, S. (2024). Risk Factors for The Incidence of Acute Respiratory Infection (ARI) in Toddlers in The Working Area of Tarus Primary Health Center, Kupang District. *Journal of Public Health for Tropical and Coastal Region*, 7(1), 62–70. <https://doi.org/10.14710/jphtcr.v7i1.20382>
- Reina, J., Suarez, L., & Lara, P. (2021). Detection of respiratory viruses in patients with suspected SARS-CoV-2 infection. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 39(1), 52–53. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2020.05.006>
- Shi, T., Arnott, A., Semogas, I., Falsey, A. R., Openshaw, P., Wedzicha, J. A., Campbell, H., & Nair, H. (2020). The etiological role of common respiratory viruses in acute respiratory infections in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Infectious Diseases*, 222(Suppl 7), S563–S569. <https://doi.org/10.1093/INFDIS/JIY662>
- Theodorakis, N., Feretzakis, G., Hitas, C., Kreouzi, M., Kalantzi, S., Spyridaki, A., Kollia, Z., Verykios, V. S., & Nikolaou, M. (2024). Immunosenescence: How Aging Increases Susceptibility to Bacterial Infections and Virulence Factors. *Microorganisms*, 12(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12102052>
- Tias, N. W., Astawa, K. W., & Asriani, I. (2024). Journal of Scientific Research in Medical and Biological Sciences Incidence Of Ari Disease In Toddlers In The Work Area Of. *Journal of Scientific Research in Medical and Biological Sciences*, 5(2), 122–129.
- Windi, R., Efendi, F., Qona'ah, A., Adnani, Q. E. S., Ramadhan, K., & Almutairi, W. M. (2021). Determinants of Acute Respiratory Infection Among Children Under-Five Years in Indonesia. *Journal of Pediatric Nursing*, 60, e54–e59. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pedn.2021.03.010>