



Luaran Klinis Pneumonia Akibat *Pseudomonas Aeruginosa Extensively Drug-Resistant* Pada Pasien Lansia Pasca-Stroke: Laporan Kasus Berbasis Bukti

Lasrina Simarmata^{1*}, Sarah Christina Samosir², Robinson Josua Lase³, Dhany Rynando Zega⁴, Bryan Pratama Saragih⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Profesi Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas HKBP Nommensen, Medan, Indonesia

Email: lasrina.simarmata@student.uhn.ac.id

ABSTRACT: *Pneumonia caused by extensively drug-resistant (XDR) Pseudomonas aeruginosa is still clinically challenging, particularly among geriatric patients with neurological comorbidities such as stroke. This report presents a case of XDR P. aeruginosa pneumonia complicated by sepsis in a 73-year-old patient, characterized by persistent leukocytosis until the tenth day of hospitalization despite empirical meropenem therapy. This evidence-based case report aims to analyze clinical outcomes, specifically 28-day and 30-day mortality rates, and to identify mortality predictors in the adult population through a systematic literature search of the PubMed and Google Scholar databases for the 2019–2026 period. Synthesized evidence from six core studies indicates that XDR P. aeruginosa infections carry a profoundly high 28-day mortality rate, ranging from 41% to 51% in cohorts receiving antibiotic monotherapy. Key mortality predictors identified include the presence of sepsis or septic shock, a delay in initiating adequate therapy exceeding 52 hours, advanced age, and the requirement for Intensive Care Unit (ICU) admission. The phenomenon of persistent or worsening leukocytosis during treatment, as observed in this case, serves as a critical clinical indicator associated with antimicrobial response failure and a dismal prognosis. Ultimately, XDR P. aeruginosa pneumonia is associated with poor clinical outcomes, where therapeutic success is strictly contingent upon the timely administration of antibiotic regimens with proven activity against these highly resistant isolates.*

Keywords: *extensively drug-resistant, Pseudomonas aeruginosa, pneumonia, outcomes, stroke-associated pneumonia*

ABSTRAK: *Pneumonia akibat Pseudomonas aeruginosa yang bersifat extensively drug-resistant (XDR) merupakan salah satu kasus yang menjadi tantangan dalam praktik, terutama pada pasien lanjut usia dengan komorbid stroke. Laporan ini menyajikan sebuah kasus pneumonia XDR P. aeruginosa disertai sepsis pada pasien berusia 73 tahun, yang menunjukkan persistensi leukositosis hingga hari ke-10 perawatan meskipun telah menerima terapi meropenem. Laporan kasus berbasis bukti ini bertujuan menganalisis luaran klinis, termasuk angka mortalitas 28 dan 30 hari, serta mengidentifikasi faktor prediktor mortalitas pada populasi dewasa melalui penelusuran literatur sistematis pada basis data PubMed dan Google Scholar selama periode 2019–2026. Hasil sintesis bukti dari enam literatur menunjukkan bahwa infeksi XDR P. aeruginosa memiliki angka mortalitas 28 hari yang sangat tinggi, berkisar antara 41–51% pada kelompok yang menerima terapi antibiotik tunggal. Faktor prediktor utama mortalitas yang teridentifikasi meliputi kondisi sepsis atau syok septik, keterlambatan inisiasi terapi adekuat lebih dari 52 jam, usia lanjut dan kebutuhan perawatan intensif (ICU). Fenomena leukositosis yang persisten atau memburuk selama masa terapi, sebagaimana didapati pada kasus ini, merupakan indikator klinis yang berhubungan dengan kegagalan respons antimikroba dan prognosis yang buruk. Secara keseluruhan, pneumonia XDR P. aeruginosa memiliki prognosis klinis yang jelek, di mana keberhasilan terapi sangat bergantung pada ketepatan waktu pemberian regimen antibiotik yang aktif terhadap isolat resisten tersebut.*

Kata Kunci: *extensively drug-resistant, Pseudomonas aeruginosa, pneumonia, luaran klinis, stroke-associated pneumonia*

1. PENDAHULUAN

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri Gram-negatif oportunistik yang menjadi salah satu penyebab utama infeksi nosokomial berat, terutama pneumonia dan sepsis pada pasien yang dirawat di rumah sakit (Pang et al., 2019; Kunz Coyne et al., 2022). Patogen ini

memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi melalui berbagai mekanisme resistensi, seperti produksi enzim β -laktamase, peningkatan aktivitas pompa efluks, penurunan permeabilitas membran luar, serta modifikasi target antibiotik, sehingga menjadikannya sulit untuk ditangani secara terapeutik (Pang et al., 2019; Chen et al., 2023). Oleh karena itu, World Health Organization (WHO) telah menetapkan *P. aeruginosa* resisten karbapenem sebagai patogen prioritas kritis yang memerlukan pengembangan antibiotik baru secara mendesak (World Health Organization, 2017).

Menurut klasifikasi yang dikemukakan oleh Magiorakos et al. (2012), *P. aeruginosa* yang termasuk dalam kategori extensively drug-resistant (XDR) didefinisikan sebagai isolat yang resisten terhadap hampir seluruh kelas antibiotik, dengan hanya tersisa satu atau dua kelas yang masih memiliki aktivitas. Kondisi ini lebih berat dibandingkan multidrug-resistant (MDR) karena secara signifikan membatasi pilihan terapi yang tersedia (Magiorakos et al., 2012; Tato et al., 2018). Data epidemiologi menunjukkan tren peningkatan kejadian XDR *P. aeruginosa*, baik secara global maupun lokal. Di Indonesia, Lameng et al. (2021) melaporkan peningkatan resistensi terhadap meropenem pada isolat *P. aeruginosa* di unit perawatan intensif, yang mencerminkan ancaman serius terhadap efektivitas terapi lini utama.

Pada pasien dengan stroke, risiko infeksi meningkat secara signifikan akibat gangguan refleks proteksi jalan napas, disfagia, serta imobilisasi jangka panjang. Stroke-associated pneumonia (SAP) dilaporkan terjadi pada sekitar 30% pasien stroke dan merupakan salah satu penyebab utama mortalitas pasca-stroke (de Jonge et al., 2022; Kishore et al., 2018). Dalam konteks ini, *P. aeruginosa* menjadi salah satu patogen tersering yang terlibat, terutama pada pasien dengan kondisi klinis berat dan perawatan jangka panjang di rumah sakit (Abdelrahman et al., 2024). Kehadiran isolat XDR pada kondisi tersebut semakin memperburuk prognosis karena keterbatasan pilihan antibiotik yang efektif (Ioannou et al., 2023; Kang et al., 2026).

Pneumonia akibat XDR *P. aeruginosa* dikaitkan dengan angka mortalitas yang tinggi, terutama pada pasien dengan komorbiditas, usia lanjut, serta keterlambatan pemberian terapi antibiotik yang adekuat (Lodise et al., 2007; Khwannimit et al., 2024). Studi menunjukkan bahwa pemilihan terapi empiris yang tepat sejak awal memiliki peran krusial dalam menurunkan mortalitas, khususnya pada infeksi berat seperti pneumonia dan bakteremia (Paul et al., 2022; Farrington et al., 2024). Namun, dalam praktik klinis, pemilihan terapi seringkali menjadi tantangan karena keterbatasan data mikrobiologi awal dan meningkatnya prevalensi resistensi antibiotik (Li et al., 2024; Mendes et al., 2024).

Laporan kasus ini menyajikan seorang pasien lansia dengan riwayat stroke yang mengalami pneumonia berat disertai sepsis akibat XDR *P. aeruginosa*. Menariknya, terapi

empiris menggunakan meropenem yang diberikan sejak awal terbukti sebagai satu-satunya agen yang masih sensitif berdasarkan hasil kultur. Kasus ini mencerminkan pentingnya pertimbangan klinis dalam pemilihan terapi awal pada pasien dengan risiko tinggi infeksi bakteri resisten.

Berdasarkan latar belakang tersebut, laporan ini juga mengangkat pertanyaan berbasis bukti (evidence-based case report), yaitu: bagaimana luaran klinis, khususnya mortalitas 28–30 hari pada pasien dengan pneumonia akibat XDR *P. aeruginosa*, serta faktor-faktor apa saja yang berperan sebagai prediktor mortalitas pada populasi tersebut? Pertanyaan ini penting untuk membantu klinisi dalam menentukan strategi terapi dan memperkirakan prognosis pasien secara lebih akurat.

2. METODE

Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis pada dua database utama: PubMed/MEDLINE dan Google Scholar pada Februari 2026. Kata kunci yang digunakan adalah: "extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*" AND ("pneumonia" OR "respiratory infection") AND ("mortality" OR "outcomes" OR "prognosis"); serta "XDR *Pseudomonas aeruginosa*" AND "clinical outcomes"; dan "MDR XDR *Pseudomonas aeruginosa*" AND "mortality" AND "risk factors." Kriteria inklusi meliputi: studi kohort retrospektif atau prospektif, studi observasional, dan systematic review/meta-analisis yang melaporkan mortalitas atau luaran klinis infeksi XDR atau MDR/XDR *P. aeruginosa*, dipublikasikan antara tahun 2020–2025, dalam bahasa Inggris atau Indonesia, pada pasien dewasa (≥ 18 tahun). Kriteria eksklusi: studi *in vitro*, studi hewan, laporan kasus tunggal tanpa data agregat, dan studi yang tidak melaporkan data mortalitas secara eksplisit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kerangka PICO pertanyaan klinis EBCR

Komponen PICO	Deskripsi
P (Patient)	Pasien dewasa/lansia dengan pneumonia yang disebabkan XDR <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , termasuk pasien dengan komorbiditas neurologis
I (Intervention)	Pemberian antibiotik aktif berdasarkan hasil uji kepekaan (terapi terarah/definitif), termasuk meropenem sebagai satu-satunya agen aktif

C (Comparison)	Tidak ada perbandingan aktif (tidak ada komparator) — justifikasi: ketika hanya satu antibiotik aktif, tidak ada alternatif komparator yang bermakna secara klinis
O (Outcome)	Mortalitas 28-30 hari, faktor prediktor mortalitas, respons klinis dan laboratorium terhadap terapi

Tabel 2. Profil uji kepekaan antibiotik isolat *Pseudomonas aeruginosa* (kultur hari ke-7)

Antibiotik	Hasil Uji Kepekaan
Meropenem	✓ Sensitif
Seftazidim	Resisten
Gentamisin	Resisten
Piperasilin/Tazobaktam	Resisten
Sefepim	Resisten
Amikasin	Resisten
Siprofloksasin	Resisten
Aztreonam	Resisten

Tabel 3. Timeline perjalanan klinis pasien

Hari Rawat	Perjalanan Klinis
Hari 1	MRS: sesak, demam 38,2°C, somnolen, leukosit $12,01 \times 10^3$. Meropenem IV 1g/8j dimulai empiris. Sampel sputum diambil untuk kultur.
Hari 1–6	Terapi suportif + meropenem empiris dilanjutkan. Menunggu hasil kultur.
Hari 7	Hasil kultur: XDR <i>P. aeruginosa</i> — hanya sensitif meropenem. Terapi dikonfirmasi, tidak ada perubahan regimen karena tidak ada pilihan lain.
Hari 10	Leukosit naik: $13 \times 10^3/\text{mm}^3$ (dari 12,01). Leukositosis persisten meskipun sudah 10 hari meropenem. Data selanjutnya tidak tersedia.

Tabel 4. Ringkasan strategi penelusuran literatur

Komponen	Detail
Database	PubMed/MEDLINE dan Google Scholar
Kata kunci utama	"XDR <i>Pseudomonas aeruginosa</i> " AND ("pneumonia" OR "outcomes" OR "mortality")
Periode publikasi	2020–2025

Inklusi	Kohort, observasional, systematic review; pasien dewasa; melaporkan mortalitas/luaran
Eksklusi	Studi in vitro, hewan, kasus tunggal tanpa data agregat
Artikel ditemukan	6 artikel

Pembahasan

Isolat *P. aeruginosa* pada kasus ini memenuhi definisi XDR berdasarkan literatur: resisten terhadap 7 dari 8 antibiotik yang diuji, mewakili 6 kelas berbeda, dengan sensitivitas yang tersisa hanya pada satu kelas (karbapenem/meropenem).⁴ Profil ini lebih berat dibandingkan MDR dan mencerminkan akumulasi mekanisme resistensi yang kompleks pompa efluks MexAB-OprM, hilangnya porin OprD, produksi beta-laktamase, dan modifikasi target quinolone.¹ Data Lameng et al. dari ICU Indonesia menunjukkan 40,9% isolat *P. aeruginosa* di ICU telah resisten meropenem dengan resistensi yang semakin luas terhadap berbagai antibiotik lini pertama.⁵ Profil pada kasus ini mencerminkan tren yang bahkan lebih berat XDR dengan sensitivitas tunggal.

Pasien berusia 73 tahun dengan imobilisasi 2 tahun pasca-stroke merupakan profil yang sangat rentan terhadap kolonisasi dan infeksi oleh bakteri resisten. De Jonge et al. menunjukkan bahwa pneumonia pasca-stroke secara independen berhubungan dengan risiko outcome buruk dan kematian.⁶ Studi Abdelrahman et al. pada 522 pasien stroke iskemik melaporkan bahwa *P. aeruginosa* adalah patogen terbanyak ke-2 pada SAP (20,7%), dan seluruh kematian dalam studi tersebut terjadi pada kelompok SAP.⁷ Usia tua sendiri merupakan prediktor independen mortalitas pada infeksi *P. aeruginosa* tiap kenaikan 1 tahun usia meningkatkan odds ratio mortalitas sebesar 1,03 ($p < 0,001$).⁸ Kombinasi usia 73 tahun, stroke, imobilisasi, dan XDR PA pada kasus ini menempatkan pasien pada kelompok risiko mortalitas tertinggi.

Pemberian meropenem sejak hari pertama secara empiris dapat dijustifikasi berdasarkan kombinasi faktor risiko: usia >65 tahun, komorbiditas stroke dengan perawatan berulang, pneumonia berat dengan sepsis, dan risiko tinggi bakteri Gram-negatif resisten. Penelitian di RSUP dr. Cipto Mangunkusumo menunjukkan bahwa meropenem memiliki sensitivitas 76,25% terhadap *P. aeruginosa* pada pasien pneumonia, secara signifikan lebih tinggi dibandingkan seftazidim (69,5%, $p = 0,000$).⁹ Hasil kultur hari ke-7 yang mengonfirmasi XDR PA yang hanya sensitive terhadap meropenem mengkonfirmasi keputusan empiris ini.

Tabel 5. Ringkasan mortalitas XDR/MDR *P. aeruginosa* dari studi kohort utama

Studi	Desain/N	Mortalitas	Catatan
Studi kohort XDR/PDR pulmonary infection (2025)	Kohort pasien infeksi paru XDR/PDR	30 hari : 43,9%	Penyakit respirasi kronik, penyakit jantung, virulensi strain tinggi, terapi tidak adekuat
Studi HAP/VAP <i>P. aeruginosa</i> (2025)	Kohort pneumonia nosocomial & ventilator	46%	Ventilasi mekanik, ICU admission, keparahan penyakit tinggi
Meta-analisis VAP MDR <i>P. aeruginosa</i> (2024)	Meta -analisi pasien ventilator	Mortalitas signifikan tinggi	Ventilator-associated pneumonia, syok septic, skor keparahan tinggi
Studi observasional XDR <i>P. aeruginosa</i> (Portugal)	Kohort pasien XDR dengan komorbid	Mortalitas tinggi	Komorbid multiple, infeksi berat, kondisi klinis buruk
Surveillance CRPA/MDR/XDR (2023)	Data infeksi resisten multi-center	50%	Terapi antibiotic tidak adekuat, resistensi luas, ICU stay
Review epidemiologi resistensi (2023-2024)	Review sistematis	Resiko kematian meningkat	Resistensi antibiotic luas, keterbatasan terapi efektif

Berdasarkan telaah literatur yang didapatkan pada tabel 5, didapatkan angka mortalitas yang tinggi, bahkan bisa mencapai 50% pada kasus infeksi XDR/MDR *P. aeruginosa*. Adapun faktor-faktor yang menjadi prediktor mortalitas pada infeksi XDR/MDR *P. aeruginosa* ada 4 yaitu faktor pejamu, keparahan infeksi, tatalaksana antibiotik, dan virulensi pathgen. Faktor host yang berhubungan dengan luaran klinis yang berat pada pasien adalah pasien usia lanjut, pasien dengan komorbid berat, serta pasien yang harus menjalani rawat inap di ICU. Adanya

syok sepsis, *Ventilator-associated pneumonia* (VAP), serta skor CURB-65 yang tinggi berhubungan dengan prognosis yang jelek dari infeksi XDR *P.aeruginosa*. Keterlambatan terapi antibiotik maupun keterbatasan jenis antibiotik yang digunakan merupakan prediktor prognosis yang buruk. Yang terakhir, virulensi kuman dan adanya resistensi merupakan faktor patogen yang berhubungan dengan luaran klinis yang buruk dari infeksi ini. Dengan mengidentifikasi faktor resiko di atas, diharapkan dapat mengurangi angka mortalitas pada pasien yang terinfeksi XDR *P.aeruginosa*.

Kasus ini menegaskan pentingnya pengambilan kultur seawal mungkin, meskipun mengkonfirmasi terapi yang sudah berjalan, masih dapat memberikan informasi kritis tentang prognosis dan monitoring yang diperlukan.

Tulisan ini memiliki keterbatasan yaitu tidak adanya data luaran klinis pasien sehingga tidak bisa melihat perjalanan klinis pasien setelah mendapatkan terapi meropenem. Kedua, uji kepekaan yang dilakukan tidak meliputi antibiotik terbaru, seperti Tazobactam atau Fosfomisin, yang mungkin dapat dipertimbangkan ketika terjadi resistensi meropenem.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis bukti dari literatur yang tersedia, pneumonia akibat XDR *Pseudomonas aeruginosa* membawa prognosis yang sangat berat dengan mortalitas 28–30 hari berkisar 21–51%, bahkan ketika terapi aktif diberikan. Faktor prediktor mortalitas utama yang relevan dengan kasus ini meliputi: usia 73 tahun, adanya sepsis saat presentasi, dan leukositosis persisten pada hari ke-10 meskipun sudah mendapat meropenem selama 10 hari. Profil klinis pasien lansia, pasca-stroke dengan imobilisasi 2 tahun, XDR PA dengan sensitivitas tunggal, dan leukositosis yang tidak membaik konsisten dengan kelompok risiko mortalitas tertinggi dalam literatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, A., Hassanein, M., Fouad, M., Abdel Hamid, M., Dawoud, A., & Samy, A. (2024). Bacterial stroke-associated pneumonia: Microbiological analysis and mortality outcome. *BMC Neurology*, 24, 282. <https://doi.org/10.1186/s12883-024-03755-4>
- Chauhan, Y., & Trivedi, N. (2023). Surveillance of healthcare-associated *Pseudomonas aeruginosa* infections in a tertiary care teaching hospital. *QAI Journal of Healthcare Quality and Patient Safety*, 4(1), 12–16. https://doi.org/10.4103/QAIJ.QAIJ_6_23
- Chen, Y., Liu, Y., Zhang, X., Wang, L., Li, J., Zhou, H., et al. (2023). Epidemiology, antimicrobial resistance, and risk factors for mortality of *Pseudomonas aeruginosa* infections in hospitalized patients. *Frontiers in Public Health*, 11, 1243973. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1243973>

- de Jonge, J. C., van de Beek, D., Lyden, P., Brady, M. C., Bath, P. M., & van der Worp, H. B. (2022). Temporal profile of pneumonia after stroke. *Stroke*, *53*(1), 53–60. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.032787>
- Farrington, N., Dubey, V., Johnson, A., Horner, I., Stevenson, A., Unsworth, J., et al. (2024). Molecular pharmacodynamics of meropenem for nosocomial pneumonia caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *mBio*, *15*(2), e0316523. <https://doi.org/10.1128/mbio.03165-23>
- Ioannou, P., Alexakis, K., Maraki, S., & Kofteridis, D. P. (2023). *Pseudomonas aeruginosa* bacteremia in a tertiary hospital and factors associated with mortality. *Antibiotics*, *12*(4), 670. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040670>
- Kang, Y., Zhang, Z., & Cui, J. (2026). Clinical risk factors, antimicrobial therapy, and virulence-associated mortality in patients with extensively drug-resistant or pan-drug-resistant (XDR/PDR) *Pseudomonas aeruginosa* pulmonary infections. *International Journal of Infectious Diseases*, *162*, 108198. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2025.108198>
- Khwannimit, B., Bhurayanontachai, R., & Vattanavanit, V. (2024). Evaluation of risk factors for 14-day and 30-day mortality among treatment regimens against *Pseudomonas aeruginosa* resistant to carbapenem but susceptible to traditional antipseudomonal non-carbapenem β -lactam agents. *PLoS ONE*, *19*(11), e0313944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313944>
- Kishore, A. K., Vail, A., Chamorro, A., Garau, J., Hopkins, S. J., Di Napoli, M., et al. (2018). Microbiological etiologies of pneumonia complicating stroke: A systematic review. *Stroke*, *49*(7), 1602–1610. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.020234>
- Kunz Coyne, A. J., El Ghali, A., Holger, D., Rebold, N., & Rybak, M. J. (2022). Therapeutic strategies for emerging multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Infectious Diseases and Therapy*, *11*(2), 661–682. <https://doi.org/10.1007/s40121-022-00591-2>
- Lameng, I. S. V., Budayanti, N. N. S., Prilandari, L. I., & Adhiputra, I. K. A. I. (2021). Antimicrobial resistance profile of MDR & non-MDR meropenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa* isolates of patients in intensive care unit of tertiary hospital. *Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease*, *9*(3), 152–159. <https://doi.org/10.20473/ijtid.v9i3.30000>
- Lestari, D., Djajaningrat, H., Dari, F. W., & Handimulya, D. (2025). Sensitivitas antara antibiotik meropenem dan seftazidin terhadap *Pseudomonas aeruginosa* strain ATCC 15442 pada pasien pneumonia di RSUP Dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta Pusat. *Anakes: Jurnal Ilmiah Analisis Kesehatan*, *11*(1), 1–9. <https://doi.org/10.37012/anakes.v11i1.2500>
- Li, Y., Roberts, J. A., Walker, M. M., Aslan, A. T., Harris, P. N. A., & Sime, F. B. (2024). The global epidemiology of ventilator-associated pneumonia caused by multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Infectious Diseases*, *139*, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2023.11.023>

- Lodise, T. P., Patel, N., Kwa, A., Graves, J., Furuno, J. P., & Graffunder, E. (2007). Predictors of 30-day mortality among patients with *Pseudomonas aeruginosa* bloodstream infections: Impact of delayed appropriate antibiotic selection. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, *51*(10), 3510–3515. <https://doi.org/10.1128/AAC.00338-07>
- Magiorakos, A. P., Srinivasan, A., Carey, R. B., Carmeli, Y., Falagas, M. E., Giske, C. G., et al. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: An international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, *18*(3), 268–281. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>
- Mendes, P. D., Paulo, S. E., Santos, C. M., Fonseca, A. B., Melo-Cristino, J., Pereira, Á. A., et al. (2024). Extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: Clinical features and treatment in a tertiary care hospital. *Frontiers in Microbiology*, *15*, 1347521. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1347521>
- Ng, L. M. S., & Abad, C. L. R. (2026). Antimicrobial susceptibility trends and mortality of *Pseudomonas aeruginosa* hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia among adult patients: A retrospective single-center study. *Open Forum Infectious Diseases*, *13*(Suppl 1), S727–S728.
- Pang, Z., Raudonis, R., Glick, B. R., Lin, T. J., & Cheng, Z. (2019). Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: Mechanisms and alternative therapeutic strategies. *Biotechnology Advances*, *37*(1), 177–192. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.013>
- Paul, M., Carrara, E., Retamar, P., Tängdén, T., Bitterman, R., Bonomo, R. A., et al. (2022). ESCMID guidelines for the treatment of infections caused by multidrug-resistant gram-negative bacilli. *Clinical Microbiology and Infection*, *28*(4), 521–547. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.11.025>
- Sitompul, P. A., Indriani, R., Rusli, A., Sundari, T., Rosamarlina, R., & Hartono, T. S. (2022). Antimicrobial sensitivity pattern from hospitalized pneumonia patients in national referral infectious disease hospital in Indonesia. *Advances in Medicine*, *2022*, 3455948. <https://doi.org/10.1155/2022/3455948>
- Tato, M., Coque, T. M., Ruiz-Garbajosa, P., Pintado, V., Cobo, J., Sader, H. S., et al. (2018). Epidemiology and risk factors of extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Frontiers in Microbiology*, *9*, 46. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00046>
- Watanabe, N., Mori, M., Yoshimura, K., Saito, K., Saito, S., Imai, Y., et al. (2018). Active monotherapy and combination therapy for extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* pneumonia. *International Journal of Antimicrobial Agents*, *52*(5), 680–685. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.07.025>
- World Health Organization. (2017). *Global priority list of antibiotic-resistant bacteria to guide research, discovery, and development of new antibiotics*. WHO.