

Tinjauan Terapi Empiris Meningitis Nosokomial oleh Enterobacteriaceae Resisten Multidrug

Ni Putu Ayu Meli Cahyati¹ Putu Melista Putri²

¹Prodi S1 Farmasi, Fakultas Kesehatan, Institut Teknologi dan Kesehatan Bintang Persada
Jalan Gatot Subroto Barat No 466A, Kota Denpasar, Indonesia

e-mail: melicahyati10@gmail.com¹ melistaputri@gmail.com²

Received : Agustus, 2025

Accepted : Oktober, 2025

Published : Oktober, 2025

Abstract

Nosocomial meningitis is a hospital-acquired infection of the meninges, frequently occurring after neurosurgical interventions and associated with high mortality. Multidrug-resistant Enterobacteriaceae (MDRE) are a major cause of this infection, presenting challenges in selecting effective empirical antibiotic therapy. This review examines the clinical features, pathogen distribution, and empirical treatment strategies in nosocomial meningitis caused by MDRE, based on a cohort study from two neurosurgical centers in Northern China. Klebsiella pneumoniae was identified as the dominant pathogen, with blaKPC as the most prevalent resistance gene. Mortality risk increased in patients with external ventricular drainage and low Glasgow Coma Scale scores. Most patients received a combination of prophylactic, empirical, and definitive antibiotic therapies. These findings underscore the importance of risk-based treatment strategies and molecular diagnostics to optimize empirical therapy, reduce mortality, and combat antimicrobial resistance in nosocomial meningitis.

Keywords: meningitis nosocomial, MDRE, Klebsiella pneumoniae

Abstrak

Meningitis nosokomial merupakan infeksi meninges yang terjadi di lingkungan rumah sakit, sering kali setelah tindakan bedah saraf, dan memiliki tingkat mortalitas yang tinggi. Enterobacteriaceae resisten multidrug (MDRE) merupakan penyebab utama infeksi ini, dengan tantangan signifikan dalam penentuan terapi empiris yang efektif. Studi ini meninjau karakteristik klinis, distribusi patogen, serta strategi terapi empiris pada kasus meningitis nosokomial yang disebabkan oleh MDRE, berdasarkan data kohort dari dua pusat bedah saraf di Tiongkok Utara. Klebsiella pneumoniae ditemukan sebagai patogen dominan, dengan gen resistensi blaKPC paling umum. Risiko kematian meningkat pada pasien dengan drainase ventrikel eksternal dan skor GCS rendah. Sebagian besar pasien menerima terapi antibiotik secara bertahap: profilaksis, empiris, dan definitif. Temuan ini menunjukkan pentingnya pendekatan terapi berbasis risiko dan penggunaan deteksi molekuler dalam pemilihan terapi empiris untuk meningkatkan luaran klinis dan menekan resistensi.

Kata Kunci: meningitis nosokomial, MDRE, Klebsiella pneumonia

1. PENDAHULUAN

Meningitis nosokomial merupakan infeksi sistem saraf pusat yang terjadi di lingkungan rumah sakit, terutama setelah prosedur bedah saraf atau pemasangan alat invasif seperti

drainase ventrikel. Infeksi ini menunjukkan tingkat mortalitas yang tinggi dan berhubungan dengan meningkatnya kejadian resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik, terutama oleh bakteri Gram negatif dari keluarga

Enterobacteriaceae [3]. Salah satu kelompok yang paling sering ditemukan adalah multidrug-resistant *Enterobacteriaceae* (MDRE), yang secara global menjadi ancaman serius terhadap pengendalian infeksi di rumah sakit [2].

Laporan dari studi kohort di dua pusat bedah saraf di Tiongkok menunjukkan bahwa 51,1% kasus meningitis nosokomial disebabkan oleh *Klebsiella pneumoniae*, dengan 44,4% di antaranya resisten terhadap meropenem. Gen *blaKPC* ditemukan mendominasi sebagai penyebab resistensi karbapenem pada isolat tersebut [3]. Selain itu, tindakan invasif seperti external ventricular drainage (EVD) dan skor Glasgow Coma Scale (GCS) rendah diketahui secara signifikan meningkatkan risiko kematian pada pasien MDRE meningitis [5].

Berdasarkan penelitian Weber-Dabrowska *et al.*, 2022 menunjukkan bahwa terapi bakteriofag dapat menjadi alternatif terhadap strain *K. pneumoniae* dan *K. oxytoca* yang resisten. Fag yang dikembangkan dari genus *Slopekivirus* dan *Jiaodavirus* menunjukkan spektrum litik yang luas serta karakteristik genom yang aman dari gen virulensi maupun resistensi antibiotic [2]. Penemuan ini membuka peluang baru dalam pengobatan meningitis yang disebabkan oleh *Enterobacteriaceae* multiresisten, meskipun aplikasi klinis masih memerlukan uji lebih lanjut.

Selain itu, *Acinetobacter baumannii* juga dilaporkan sebagai patogen oportunistik utama penyebab meningitis nosokomial. Pada penelitian Yehya *et al.*, 2025 menyoroti tingginya plastisitas genetik dan kemampuan bertahan di permukaan rumah sakit hingga berbulan-bulan, serta resistensinya terhadap berbagai kelas antibiotik, termasuk kolistin [4]. Kasus keberhasilan pengobatan meningitis MDR *A. baumannii* pada pasien anak dengan kombinasi polimiksin B intratekal dan intravena. Pada penelitian Xing *et al.*, 2021 menunjukkan pentingnya strategi terapi kombinasi pada infeksi berat [3].

Patogen langka seperti *Elizabethkingia meningoseptica* juga menjadi penyebab infeksi meningitis neonatal dengan resistensi multiobat yang signifikan. Studi kasus oleh Prajna *et al.*, 2025 melaporkan bahwa kombinasi levofloxacin dan colistin

memberikan hasil klinis yang baik pada bayi baru lahir dengan infeksi *E. meningoseptica* [1].

Temuan serupa juga diungkapkan oleh Asante *et al.*, 2021 yang meneliti prevalensi coagulase-negative staphylococci (CoNS) resisten multidrug yang diisolasi dari infeksi aliran darah di Afrika Selatan. Meskipun CoNS umumnya dianggap sebagai kontaminan, penelitian tersebut menunjukkan bahwa isolat seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *S. hominis* memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap berbagai antibiotik, termasuk penicillin dan makrolida, serta membawa gen *mecA* sebagai penanda resistensi metisilin. Temuan ini menegaskan pentingnya pengawasan terhadap patogen oportunistik yang mungkin berperan dalam meningitis nosokomial, khususnya pada pasien imunokompromis [6].

Dalam ruang perawatan intensif neurologis, Fursova *et al.*, 2023 mengamati kasus meningitis nosokomial akibat *Acinetobacter baumannii* multidrug-resistant (MDR) dan extensively drug-resistant (XDR). Sebagian besar isolat berasal dari klon internasional ST2, dengan angka kematian mencapai 37,8% pada pasien yang terinfeksi. Selain itu, terdapat heterogenitas tinggi pada gen resistensi dan virulensi, yang menegaskan kompleksitas penanganan infeksi ini. Hal ini sejalan dengan data global yang menyebutkan bahwa *A. baumannii* merupakan penyebab utama infeksi nosokomial serius, termasuk meningitis pasca bedah saraf [7].

Selanjutnya, penelitian oleh Sari *et al.*, 2021 mengevaluasi terapi antimikroba intraventrikular/intratekal (IVT/ITH) pada pasien meningitis nosokomial akibat bakteri Gram-negatif MDR pasca pembedahan sistem saraf pusat. Hasil studi menunjukkan bahwa pemberian amikasin dan kolistin secara IVT/ITH dapat mengeradikasi infeksi dalam waktu 3–4 hari, meskipun angka kematian masih cukup tinggi pada kelompok ini. Terapi ini dianggap sebagai strategi terakhir ketika rute intravena tidak efektif [8].

Aspek molekuler dari patogenesis *A. baumannii* juga disoroti dalam studi oleh Martinez *et al.*, 2021 yang menunjukkan bahwa keberadaan cairan serebrospinal (CSF) dapat meningkatkan ekspresi gen virulensi, seperti fimbriae, siderofor, dan ATP synthase, tanpa

meningkatkan laju pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa CSF dapat menjadi faktor pemicu ekspresi patogenitas dalam lingkungan intraserebral, yang memperburuk klinis infeksi [9].

Studi retrospektif nasional oleh Thomsen *et al.*, 2024 dari Uni Emirat Arab menunjukkan tren penurunan yang signifikan dalam prevalensi *Acinetobacter* spp. MDR dan XDR selama 12 tahun terakhir. Meskipun demikian, infeksi akibat *A. baumannii* yang resisten terhadap karbapenem (CRAB) masih dikaitkan dengan peningkatan kebutuhan perawatan intensif, lama rawat inap, dan angka kematian yang tinggi [10].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan mendalam terhadap karakteristik klinis, mekanisme resistensi, serta pendekatan terapi empiris dan alternatif pada kasus meningitis nosokomial yang disebabkan oleh *Enterobacteriaceae* resisten multidrug. Dengan meninjau berbagai literatur primer dan mutakhir, penelitian ini juga diharapkan dapat memperlihatkan dinamika terkini dan memberikan gambaran komprehensif sebagai dasar pengembangan strategi terapi yang lebih efektif.

Manfaat dari penelitian ini adalah menyediakan basis ilmiah dalam memilih terapi empiris yang sesuai, memperkuat strategi antimikroba berbasis bukti, serta mendorong eksplorasi lebih lanjut terhadap terapi nonkonvensional seperti bakteriofag sebagai respons terhadap ancaman resistensi antibiotik yang terus berkembang.

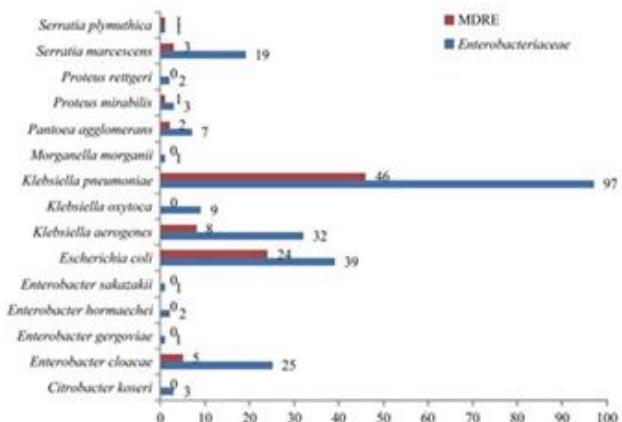
Hipotesis dari penelitian ini adalah terapi empiris berbasis profil patogen lokal dan strategi pengendalian risiko mampu menurunkan mortalitas meningitis nosokomial yang disebabkan oleh *Enterobacteriaceae* resisten multidrug.

Dengan demikian, dinamika patogen meningitis nosokomial menunjukkan bahwa resistensi antibiotik tidak hanya terbatas pada *Enterobacteriaceae*, tetapi juga pada patogen lain seperti *Acinetobacter* dan *Staphylococcus*. Oleh karena itu, strategi terapi empiris harus mempertimbangkan profil resistensi lokal, deteksi molekuler gen resistensi, serta pengembangan terapi alternatif seperti bakteriofag, terutama pada kasus yang tidak merespons terapi standar. persingkat kata berikut namun jelas dan terperinci.

Tabel 1: Komparatif Tinjauan Meningitis Nosokomial oleh *Enterobacteriaceae* MDR dan Terapi Empiris

No.	Penulis dan Tahun	Patogen MDR	Jenis Molekul	Jenis Terapi	Hasil Utama
1	Prajnha <i>et al.</i> , 2024 [1]	<i>E. meningoseptica</i>	Meningitis neonatal (NICU)	Empiris, kombinasi	Vankomisin, levofloxacin, ciprofloxacin efektif; awalnya gagal
2	Weber-Dabrowska <i>et al.</i> , 2023 [2]	<i>K. pneumoniae</i> , <i>K. oxytoca</i> (MDR)	Tidak spesifik meningitis, namun ada kasus purulen	Alternatif (bakteriofag)	Fag Kpn52N dan Kpn53N efektif terhadap <i>Klebsiella</i> MDR
3	Xing <i>et al.</i> , 2021 [3]	<i>A. baumannii</i> (MDR)	Meningitis nosokomial Empiris → gagal, diganti kombinasi	Polimiksin B (IV & ITH)	Terapi kombinasi sukses, efek samping reversibel
4	Yehya <i>et al.</i> , 2025 [4]	<i>A. baumannii</i>	Infeksi nosokomial (umum, termasuk	Review terapi	Resistensi tinggi karena fleksibilitas genetik;

			meningitis)		terapi empiris sering gagal
5	Zheng <i>et al.</i> , 2022 [5]	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (MDRE)	Meningitis nosokomial	Empiris, profilaksis, definitif	GCS rendah dan EVD = faktor risiko kematian; 67,5% mengandung blaKPC
6	Asante <i>et al.</i> , 2021 [6]	CoNS (Staphylococcus epidermidis, <i>S. hominis</i> , dll).	Bakteremia → potensi meningitis	Empiris, disk-diffusion + PCR meCA 76.4% MDR	resistensi tinggi terhadap penicillin dan makrolida
7	Fursova <i>et al.</i> , 2023 [7]	<i>A. baumannii</i> (ST2 dominan)	Meningitis nosokomial (ICU)	Empiris, WGS, identifikasi virulensi 78%	MDR/XDR; ST2 dominan, kematian 37.8%; banyak gen resistensi ditemukan
8	Sari <i>et al.</i> , 2021 [8]	<i>K. pneumoniae</i> , <i>A. baumannii</i>	(MDR) POM pasca operasi saraf	Intraventikular/in tratekal (IVT/ITH) amikasin & kolistin	Eradikasi mikroba dalam 3–4 hari; angka kesembuhan 43%; sisanya exitus
9	Martinez <i>et al.</i> , 2021 [9]	<i>A. baumannii</i> (A118 vs AB5075)	In vitro simulasi meningitis	Tidak diberikan (analisis transkriptomik	CSF meningkatkan ekspresi gen virulensi (fimbriae, siderofor, ATP synthase)
10	Thomsen <i>et al.</i> , 2024 [10]	<i>A. baumannii</i> (CRAB)	Infeksi nosokomial sistemik	Retrospektif surveillance nasional UAE	Penurunan MDR hingga separuh dalam 12 tahun; CRAB → mortalitas & ICU tinggi



Gambar 1. Diagram Distribusi Patogen dan Pola Resistensi pada Kasus Meningitis Nosokomial
[Sumber: Zheng et al., 2022]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi tinjauan pustaka sistematis yang bertujuan untuk mengkaji kasus meningitis nosokomial yang disebabkan oleh Enterobacteriaceae resisten multidrug (MDR) serta pendekatan terapi empiris yang diterapkan dalam penanganannya. Studi dilakukan dengan menganalisis artikel ilmiah internasional yang dipublikasikan dalam kurun waktu 2021–2025.

Artikel diperoleh melalui pencarian pada beberapa basis data daring, antara lain: PubMed, Frontiers, MDPI, dan F1000Research, dengan kata kunci: *nosocomial meningitis, multidrug-resistant Enterobacteriaceae, empirical therapy, Klebsiella, Elizabethkingia, dan Acinetobacter baumannii*. Kriteria inklusi dalam pemilihan literatur meliputi: Studi kasus atau tinjauan pustaka yang membahas infeksi meningitis nosokomial akibat bakteri gram negatif MDR, studi yang menyertakan informasi tentang terapi empiris dan pola resistensi antibiotik, artikel yang telah dipublikasikan secara peer-reviewed dan dapat diakses secara penuh.

Kriteria eksklusi meliputi artikel opini, editorial, dan artikel yang tidak relevan dengan fokus infeksi nosokomial atau tanpa informasi terapi. Seluruh artikel yang memenuhi kriteria inklusi kemudian dianalisis secara kualitatif deskriptif, dengan mengevaluasi isi berdasarkan:

- 1) Jenis mikroorganisme penyebab meningitis nosocomial.
- 2) Profil resistensi antibiotic.
- 3) Respon terhadap terapi empiris.

Strategi alternatif yang digunakan seperti penggunaan polymyxin, fag terapi, atau kombinasi antibiotik lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tinjauan terhadap sepuluh jurnal, diperoleh pemahaman menyeluruh mengenai meningitis nosokomial yang disebabkan oleh *Enterobacteriaceae* dan patogen lain yang resisten multidrug. Studi kohort dari dua pusat bedah saraf di Tiongkok melaporkan bahwa *Klebsiella pneumoniae* merupakan penyebab utama, yaitu 51,1% dari seluruh kasus, dengan 44,4% isolatnya menunjukkan resistensi terhadap meropenem. Gen *blaKPC* menjadi penanda utama resistensi karbapenem pada kasus tersebut, dan penggunaan alat invasif seperti external ventricular drainage (EVD) serta nilai Glasgow Coma Scale (GCS) rendah diketahui meningkatkan risiko mortalitas secara signifikan. Selain *K. pneumoniae*, patogen lain yang sangat menonjol adalah *Acinetobacter baumannii*, yang dikenal sebagai agen infeksi nosokomial dengan kemampuan bertahan tinggi dan resistensi luas terhadap berbagai kelas antibiotic.

Tingginya plastisitas genetik *A. baumannii* memungkinkan adaptasi cepat terhadap lingkungan rumah sakit, memperkuat resistensinya, sebagaimana dibahas secara komprehensif. Selain itu, studi oleh Martinez et al., 2021 menemukan bahwa keberadaan cairan serebrospinal (CSF) dapat meningkatkan ekspresi gen virulensi seperti fimbriae dan siderofor tanpa meningkatkan laju pertumbuhan, menunjukkan bahwa lingkungan intraserebral memicu patogenitas lebih tinggi.

Terkait pengobatan, terapi kombinasi berbasis polimiksin B secara intratekal dan intravena menunjukkan hasil klinis yang baik pada pasien anak dengan meningitis MDR *A. baumannii*, meskipun tetap ditemukan efek samping yang dapat diterima. Hal ini diperlihatkan dalam laporan kasus oleh Xing *et al.*, 2021 yang menegaskan pentingnya rute pemberian alternatif untuk mencapai konsentrasi antibiotik optimal di CSF. Strategi ini juga diperkuat oleh penelitian Sari *et al.*, 2021 yang menunjukkan bahwa pemberian amikasin dan kolistin melalui rute intratekal/intraventrikular (IT/IVT) mampu mengeradikasi infeksi dalam waktu rata-rata 3–4 hari. Meskipun demikian, angka kematian pada pasien pasca operasi dengan infeksi Gram-negatif MDR tetap tinggi.

Sebagai respons terhadap krisis resistensi antibiotik, terapi bakteriofag mulai dilirik sebagai pendekatan alternatif. Weber-Dabrowska *et al.*, 2023 melaporkan fag dari genus *Slopekivirus* dan *Jiaodavirus* yang menunjukkan spektrum litik luas terhadap *K. pneumoniae* dan *K. oxytoca* MDR tanpa membawa gen virulensi maupun gen resistensi antibiotik. Fag ini dinilai aman dan menjanjikan untuk terapi infeksi nosokomial, termasuk meningitis, meskipun aplikasinya masih memerlukan validasi lebih lanjut dalam studi klinis.

Menariknya, patogen langka seperti *Elizabethkingia meningoseptica* juga dilaporkan menyebabkan meningitis neonatal yang resisten multidrug. Studi kasus oleh Prajnya *et al.*, 2025 menunjukkan bahwa kombinasi levofloxacine dan colistin mampu memberikan perbaikan klinis yang signifikan pada bayi baru lahir yang terinfeksi. Selain itu, laporan dari Afrika Selatan oleh Asante *et al.*, 2021 menekankan bahwa *Staphylococcus epidermidis* dan *S. hominis*, dua spesies coagulase-negative staphylococci (CoNS), menunjukkan resistensi tinggi terhadap penisilin dan makrolida, serta membawa gen *mecA* sebagai penanda resistensi metisilin. Temuan ini memperkuat pentingnya pengawasan terhadap patogen oportunistik yang dapat berperan dalam meningitis nosokomial, terutama pada pasien imunokompromis.

Tren resistensi jangka panjang juga menjadi perhatian penting. Penurunan signifikan dalam

resistensi *Acinetobacter spp.* terhadap imipenem, meropenem, dan amikasin. Namun, infeksi yang disebabkan oleh CRAB (carbapenem-resistant *A. baumannii*) masih dikaitkan dengan peningkatan lama rawat inap, kebutuhan perawatan intensif, dan angka mortalitas tinggi.

Secara keseluruhan, temuan dari sepuluh jurnal ini menunjukkan bahwa meningitis nosokomial tidak hanya disebabkan oleh *Enterobacteriaceae*, tetapi juga oleh berbagai patogen Gram-negatif lainnya dan bahkan Gram-positif oportunistik. Strategi terapi empiris perlu disesuaikan dengan pola resistensi lokal dan mempertimbangkan opsi terapi alternatif seperti bakteriofag, khususnya pada kasus yang tidak merespons terapi standar. Deteksi molekuler gen resistensi dan pendekatan terapi kombinasi, baik melalui jalur sistemik maupun intratekal, menjadi kunci dalam meningkatkan luaran klinis pasien.

4. KESIMPULAN

Tinjauan ini menegaskan bahwa meningitis nosokomial yang disebabkan oleh patogen Gram-negatif, Gram-positif, dan *Enterobacteriaceae* resisten multidrug (MDRE), khususnya *Klebsiella pneumoniae*, merupakan tantangan serius dalam praktik klinis karena tingginya tingkat morbiditas, mortalitas, serta keterbatasan opsi terapi yang efektif. Temuan dari studi retrospektif menunjukkan bahwa gen resistensi seperti blaKPC mendominasi isolat patogen, dan terapi empiris yang tidak sesuai meningkatkan risiko fatalitas pasien. Di sisi lain, eksplorasi terapi alternatif seperti bakteriofag menunjukkan potensi sebagai pendekatan non-konvensional yang dapat dikembangkan lebih lanjut, terutama terhadap strain MDRE yang resisten terhadap karbapenem. Pengetahuan tentang karakteristik genetik patogen, respon terhadap terapi kombinasi, serta adaptasi terapi empiris berdasarkan profil resistensi lokal menjadi kunci dalam penatalaksanaan kasus ini.

Kontribusi utama dari tinjauan ini adalah integrasi antara pendekatan terapi empiris berbasis bukti dengan strategi terapi inovatif seperti penggunaan bakteriofag, yang belum banyak diadopsi secara klinis namun menunjukkan efektivitas *in vitro* yang tinggi. Kelebihan tinjauan ini terletak pada cakupan

multidimensional yang menggabungkan data klinis, laboratorium, dan bioteknologi. Namun demikian, keterbatasan terdapat pada kurangnya data uji klinis lanjutan untuk terapi fag dan keterbatasan generalisasi hasil studi kasus. Oleh karena itu, pengembangan selanjutnya perlu diarahkan pada uji klinis terkontrol terhadap terapi alternatif dan pembaruan rutin terhadap pedoman terapi empiris berbasis surveilans resistensi mikroba lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UP. Prajinha et al., "Unmasking the Uncommon: A case series of multi-drug resistant *Elizabethkingia meningoseptica* causing late-onset sepsis and meningitis in preterm neonates," *F1000Research*, vol. 13, p. 1367, 2025.
- [2] Weber-Dąbrowska et al., "Characteristics of Environmental *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella oxytoca* Bacteriophages and Their Therapeutic Applications," *Pharmaceutics*, vol. 15, no. 2, p. 434, 2023.
- [3] H. Xing et al., "Successful Treatment With Intrathecal and Intravenous Polymyxin B-Based Combination Against MDR *Acinetobacter baumannii* Meningitis in Pediatric Patient: A Case Report," *Front. Pediatr.*, vol. 9, p. 564991, 2021.
- [4] Yehya et al., "The intricacies of *Acinetobacter baumannii*: a multifaceted comprehensive review of a multidrug-resistant pathogen and its clinical significance and implications," *Front. Microbiol.*, vol. 16, p. 1565965, 2025.
- [5] Zheng et al., "Clinical Feature, Therapy, Antimicrobial Resistance Gene Distribution, and Outcome of Nosocomial Meningitis Induced by Multidrug-Resistant Enterobacteriaceae-A Longitudinal Cohort Study From Two Neurosurgical Centers in Northern China," *Front. Cell Infect. Microbiol.*, vol. 12, p. 839257, 2022.
- [6] Asante J et al., "Multidrug-resistant coagulase-negative staphylococci isolated from bloodstream in the uMgungundlovu District of KwaZulu-Natal Province in South Africa: emerging pathogens". *Antibiotics.*, vol. 10, p. 198, 2021.
- [7] Fursova NK et al., "Multidrug-resistant and extensively drug-resistant *Acinetobacter baumannii* causing nosocomial meningitis in the neurological intensive care unit". *Microorganisms.*, vol. 11, p. 2020, 2023
- [8] Sari ND et al., "Evaluation of intraventricular/intrathecal antimicrobial therapy in the treatment of nosocomial meningitis caused by multidrug-resistant Gram-negative bacteria after central nervous system surgery". *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 2021.
- [9] Martinez J et al., 'Cerebrospinal fluid augments metabolism and virulence expression factors in *Acinetobacter baumannii*'. *Sci Rep.*, vol. 11, p. 4737, 2021.
- [10] Thomsen J et al., "Epidemiology and antimicrobial resistance trends of *Acinetobacter* species in the United Arab Emirates: a retrospective analysis of 12 years of national AMR surveillance data". *Front Public Health.*, vol. 11, 2024.