

ARTIKEL

ANALISIS POLA SENSITIVITAS BAKTERI *Klebsiella pneumoniae*. TERHADAP ANTIBIOTIK DARI SAMPEL DARAH PASIEN DI RSUD Dr. H. ABDUL MOELOEK PROVINSI LAMPUNG

[*Sensitivity Analysis of Klebsiella pneumoniae. Bacteria to Antibiotics from Blood Samples of Patients at Dr. H. Abdul Moeloek Regional Hospital, Lampung Province*]

Yosi Dwi Saputra

Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, STIKES Karya Putra Bangsa Tulungagung. Jl. Raya Tulungagung-Blitar KM 04 Kec. Sumbergempol, Kab. Tulungagung. Jawa Timur, 66291.

ABSTRAK

Klebsiella pneumoniae. merupakan bakteri Gram-negatif penyebab utama infeksi nosokomial dengan tingkat resistensi antibiotik yang terus meningkat. Resistensi antimikroba pada *Klebsiella pneumoniae*. menjadi ancaman serius bagi kesehatan global, terutama di rumah sakit rujukan yang menggunakan antibiotik spektrum luas secara intensif. Data pola resistensi lokal sangat penting untuk menentukan terapi empiris yang tepat dan menyusun kebijakan penggunaan antibiotik rasional. Tujuan: Menganalisis pola sensitivitas bakteri *Klebsiella pneumoniae*. yang diisolasi dari sampel darah pasien terhadap berbagai golongan antibiotik di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung. Metode: Penelitian deskriptif retrospektif dilakukan di Instalasi Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr. H. Abdul Moeloek periode Januari-Februari 2019. Sampel penelitian adalah seluruh data hasil pemeriksaan kultur sensitivitas yang diambil menggunakan metode total sampling. Uji sensitivitas antibiotik dilakukan menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer terhadap 26 jenis antibiotik dengan interpretasi berdasarkan standar Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Hasil: Teridentifikasi 57 isolat *Klebsiella pneumoniae*. dari sampel darah dengan pola resistensi multidrug-resistant (MDR). Dari 26 antibiotik yang diuji, hanya 4 antibiotik menunjukkan sensitivitas memadai yaitu Meropenem (98%), Amikacin (91%), Sulbactam-Cefoperazone (84%), dan Gentamicin (54%). Kesimpulan: Isolat *Klebsiella pneumoniae*. di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek menunjukkan tingkat sensitivitas terhadap Meropenem dan Amikacin menjadi pilihan utama untuk terapi bakteremia akibat *Klebsiella pneumoniae*. Diperlukan revisi protokol terapi empiris, implementasi program antimicrobial stewardship, dan surveillance pola resistensi berkala untuk mengendalikan penyebaran resistensi antibiotik.

Kata kunci: Pola sensitivitas, *Klebsiella pneumoniae*, Antibiotik

ABSTRACT

Klebsiella pneumoniae. is a Gram-negative bacterium that is a major cause of nosocomial infections with continuously increasing antibiotic resistance rates. Antimicrobial resistance in *Klebsiella pneumoniae*. poses a serious threat to global health, particularly in referral hospitals that intensively use broad-spectrum antibiotics. Local resistance pattern data is crucial for determining appropriate empirical therapy and formulating rational antibiotic use policies. Objective: To analyze the sensitivity patterns of *Klebsiella pneumoniae*. isolated from patient blood samples against various antibiotic classes at Dr. H. Abdul Moeloek Regional General Hospital, Lampung Province. Methods: A retrospective descriptive study was conducted at the Clinical Pathology Laboratory of Dr. H. Abdul Moeloek Hospital from January to February 2019. The research sample consisted of all culture sensitivity test data collected using total sampling method. Antibiotic sensitivity testing was performed using the Kirby-Bauer disk diffusion method against 26 antibiotics with interpretation based on Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) standards. Results: A total of 57 *Klebsiella pneumoniae*. isolates were identified from blood samples with multidrug-resistant (MDR) patterns. Of the 26 antibiotics tested, only 4 showed adequate sensitivity: Meropenem (98%), Amikacin (91%), Sulbactam-Cefoperazone (84%), and Gentamicin (54%). Conclusion: *Klebsiella pneumoniae*. isolates at Dr. H. Abdul Moeloek Hospital demonstrate Meropenem and Amikacin are the primary choices for bacteremia therapy caused by *Klebsiella pneumoniae*. Revision of empirical therapy protocols, implementation of antimicrobial stewardship programs, and periodic resistance pattern surveillance are necessary to control the spread of antibiotic resistance.

Keywords: Sensitivity pattern, *Klebsiella pneumoniae*, Antibiotic

PENDAHULUAN

Infeksi bakteri merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di seluruh dunia, terutama pada pasien dengan kondisi imunokompromais dan mereka yang menjalani perawatan intensif di rumah sakit. *Klebsiella pneumoniae*. termasuk dalam kelompok bakteri Gram-negatif yang sering ditemukan sebagai penyebab infeksi nosokomial, khususnya bakteremia, pneumonia, infeksi saluran kemih, dan infeksi luka operasi (Paczosa & Mecsas, 2016). Bakteri ini memiliki kemampuan untuk membentuk biofilm dan menghasilkan kapsul polisakarida yang membantu evasi terhadap sistem imun tubuh, sehingga memperburuk tingkat keparahan infeksi. Deteksi dini bakteri *Klebsiella pneumoniae*. dalam sampel darah menjadi indikator penting adanya bakteremia yang dapat berkembang menjadi sepsis dan syok septik jika tidak ditangani dengan tepat.

Penggunaan antibiotik yang tidak rasional dan berlebihan telah memicu munculnya resistensi antimikroba yang menjadi ancaman serius bagi kesehatan global. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menempatkan *Klebsiella pneumoniae* yang resisten terhadap carbapenem dalam daftar prioritas kritis untuk pengembangan antibiotik baru. Resistensi antibiotik pada *Klebsiella pneumoniae*. umumnya dimediasi oleh produksi enzim beta-laktamase spektrum luas atau Extended Spectrum Beta-Lactamase (ESBL), enzim carbapenemase seperti KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase), dan mekanisme resistensi lainnya seperti perubahan porin dan pompa efluks. Pola resistensi ini bervariasi antar wilayah geografis dan antar institusi kesehatan, sehingga diperlukan data surveilans lokal untuk menentukan pilihan terapi empiris yang tepat.

Indonesia sebagai negara berkembang menghadapi tantangan besar dalam pengendalian resistensi antimikroba, termasuk di Provinsi Lampung. Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Dr. H. Abdul Moeloek sebagai rumah sakit rujukan tertinggi di Provinsi Lampung menerima pasien dengan berbagai kondisi klinis kompleks yang memerlukan penggunaan antibiotik spektrum luas. Data epidemiologi mengenai pola sensitivitas bakteri *Klebsiella pneumoniae*. terhadap berbagai antibiotik di rumah sakit ini sangat penting untuk menyusun kebijakan penggunaan antibiotik yang rasional dan pedoman terapi empiris yang sesuai dengan pola resistensi lokal. Pemahaman tentang pola resistensi lokal dapat membantu klinisi dalam memilih antibiotik yang tepat, mengurangi kegagalan terapi, dan meminimalkan perkembangan resistensi lebih lanjut (Kadariswantiningsih *et al.*, 2025).

Uji sensitivitas antibiotik atau antibiotic susceptibility testing (AST) merupakan metode standar untuk menentukan kerentanan isolat bakteri terhadap berbagai agen antimikroba. Metode yang umum digunakan adalah difusi cakram Kirby-Bauer dan metode dilusi untuk menentukan

Minimum Inhibitory Concentration (MIC). Interpretasi hasil uji sensitivitas mengacu pada standar Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) atau European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) yang diperbarui secara berkala. Pemantauan rutin terhadap pola sensitivitas antibiotik memungkinkan deteksi dini kemunculan strain resisten dan evaluasi efektivitas program pengendalian infeksi serta stewardship antibiotik di rumah sakit (Hossain, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sensitivitas bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang diisolasi dari sampel darah pasien di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung terhadap berbagai golongan antibiotik. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi terkini mengenai profil resistensi *Klebsiella pneumoniae* di rumah sakit tersebut, sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan kebijakan penggunaan antibiotik yang rasional dan peningkatan program pengendalian infeksi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi terhadap data surveilans resistensi antimikroba nasional dan mendukung upaya pencegahan penyebaran bakteri multiresisten di fasilitas kesehatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian non eksperimen, yaitu deskriptif dengan pendekatan retrospektif. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr. H. Abdul Moeloek, Periode Januari - Februari 2019. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini Adalah data yang telah melakukan pemeriksaan kultur sensitivitas. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode total sampling.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan petri steril, jarum ose, pinset steril, inkubator suhu 37°C, lidi kapas steril (cotton swab), kapas sumbat, rak tabung reaksi, Bunsen burner, korek api, spidol permanen, penggaris, dan kertas label. Media yang digunakan terdiri dari media padat Mueller-Hinton Agar (MHA), MacConkey Agar (MCA), media cair Brain Heart Infusion (BHI), dan larutan NaCl 0,9% steril sebagai pengencer. Sampel penelitian berupa isolat bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang diperoleh dari kultur darah pasien bakteremia yang diinkubasi pada suhu 37°C. Uji sensitivitas antibiotik dilakukan menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer dengan interpretasi hasil berdasarkan zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram antibiotik (Schuetz *et al.*, 2025).

Prosedur Kerja Kultur Darah dan Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap *Klebsiella pneumoniae*

Penelitian ini merupakan studi deskriptif observasional dengan pendekatan cross-sectional. Populasi penelitian adalah seluruh sampel kultur darah yang dikirimkan ke Laboratorium Mikrobiologi Klinik RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung pada periode penelitian. Sampel penelitian adalah isolat *Klebsiella pneumoniae* yang berhasil diidentifikasi dari kultur darah pasien. Kriteria inklusi: Sampel kultur darah pasien rawat inap yang menunjukkan pertumbuhan positif Isolat teridentifikasi sebagai *Klebsiella pneumoniae* berdasarkan karakteristik koloni, pewarnaan Gram, dan uji biokimia. Satu isolat per pasien (one isolate per patient) untuk menghindari duplikasi data. Kriteria eksklusi: Sampel kultur darah yang terkontaminasi (ditandai pertumbuhan polimikrobal tanpa dominansi jelas).

Pengambilan dan analisa sampel darah diambil secara aseptik dari vena perifer pasien sebelum pemberian antibiotik, sebanyak 8–10 mL untuk dewasa, kemudian diinokulasikan langsung ke dalam tabung media Brain Heart Infusion (BHI) dengan rasio darah:media 1:10 untuk meminimalkan efek bakterisidal serum. Tabung diinkubasi pada suhu 35–37°C dan diamati setiap 24 jam selama maksimal tiga hari. Dari total 60 sampel kultur darah yang diproses selama periode penelitian, sebanyak 57 sampel menunjukkan pertumbuhan positif dengan ditandai kekeruhan media serta pembentukan gas. Penelitian ini menggunakan metode kultur darah untuk identifikasi bakteri *Klebsiella pneumoniae*. Pada hari pertama, sampel darah dimasukkan secara aseptik ke dalam tabung reaksi berisi media Brain Heart Infusion (BHI) dan diinkubasi pada suhu 35–37°C selama tiga hari

(Schuetz *et al.*, 2025). Apabila hasil kultur menunjukkan pertumbuhan positif yang ditandai dengan kekeruhan media, sampel diinokulasikan pada media Mueller-Hinton Agar (MHA) dan MacConkey Agar (media selektif-diferensial untuk bakteri Gram negatif. *Klebsiella pneumoniae* menghasilkan koloni berwarna merah muda hingga merah tua (laktosa-fermenter) dengan tampilan mukoid karakteristik) untuk isolasi dan diferensiasi bakteri, kemudian diinkubasi kembali selama 24 jam pada suhu 35-37°C. Koloni yang tumbuh diamati karakteristiknya dan dilakukan pewarnaan Gram untuk konfirmasi morfologi sebagai bakteri Gram negatif berbentuk batang. Identifikasi spesies dilakukan berdasarkan tabel identifikasi bakteri melalui serangkaian uji biokimia seperti uji indol, sitrat, urease, dan fermentasi karbohidrat sesuai standar laboratorium mikrobiologi klinik (Abdullah *et al.*, 2015). Hasil identifikasi lengkap kemudian dicatat dalam buku register laboratorium dan dilaporkan dalam formulir hasil pemeriksaan.

Pada hari kedua, setelah konfirmasi identitas bakteri, dilakukan uji sensitivitas antibiotik menggunakan metode modifikasi Kirby-Bauer atau disk diffusion method yang merupakan standar Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2022). Uji sensitivitas antibiotik dilakukan menggunakan metode disk diffusion Kirby-Bauer sesuai standar CLSI edisi M02-A13 tahun 2024 (Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests). Bakteri disuspensi dalam larutan NaCl 0,9% steril hingga mencapai kekeruhan standar McFarland 0,5 yang setara dengan konsentrasi sekitar $1,5 \times 10^8$ CFU/mL Suspensi bakteri dipulaskan secara merata pada seluruh permukaan Mueller-Hinton Agar (MHA) (ketebalan 4 mm, pH 7,2–7,4) menggunakan swab kapas steril dengan tiga arah rotasi 60° untuk memastikan distribusi merata dan sebanyak 26 disk antibiotik diletakkan pada posisi melingkar dengan jarak minimal 24 mm antar pusat disk untuk menghindari tumpang tindih zona hambat (Rivera *et al.*, 2023). Media diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam, kemudian diameter zona hambat diukur menggunakan penggaris dalam satuan milimeter. Sebagai kontrol kualitas internal, setiap sesi pengujian menyertakan strain referensi standar sesuai rekomendasi CLSI untuk memvalidasi performa media, disk antibiotik, dan kondisi inkubasi. Hasil pengujian hanya dinyatakan valid apabila zona hambat strain kontrol berada dalam rentang yang ditetapkan CLSI. Interpretasi kepekaan antibiotik dilakukan dengan membandingkan diameter zona hambat terhadap standar CLSI M100 edisi ke-34 atau EUCAST terbaru, mengelompokkan hasil ke dalam kategori sensitif (S), intermediet (I), atau resisten (R) berdasarkan breakpoint yang telah ditetapkan (Salam *et al.*, 2023). Data hasil uji sensitivitas ini memberikan informasi penting mengenai pola resistensi antibiotik *Klebsiella pneumoniae*. yang berguna untuk panduan terapi dan monitoring resistensi di fasilitas kesehatan (Li *et al.*, 2024).

HASIL

Berdasarkan hasil Pengujian Sensitivitas Bakteri *Klebsiella pneumoniae* terhadap Antibiotic Disajikan Pada Tabel 1 Berikut :

Tabel 1. Pola Resistensi dan Sensitivitas Bakteri *Klebsiella pneumoniae* terhadap Antibiotik

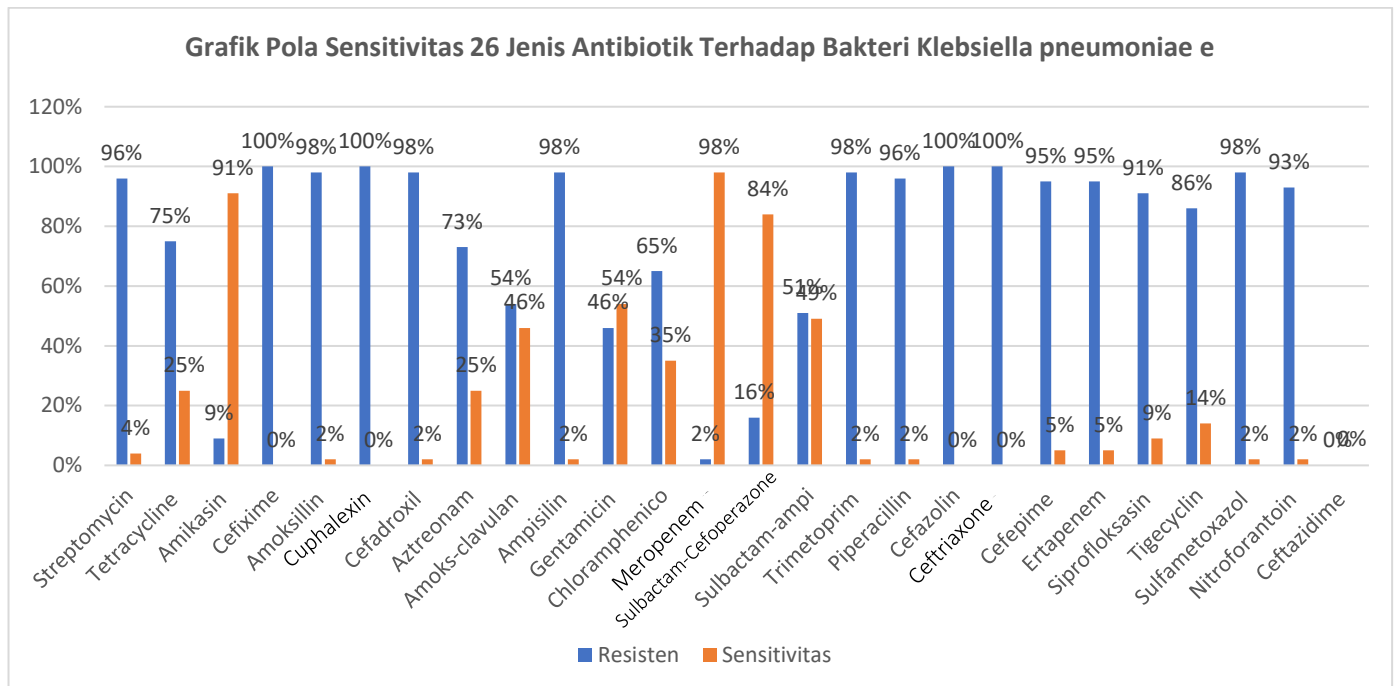
No.	Antibiotik (Antibiotic)		<i>Klebsiella pneumoniae</i>						
			R		I		S		TTL
1.	S	Streptomycin	55	96%	0	0%	2	4%	57
2.	TE	Tetracycline	43	75%	0	0%	14	25%	57
3.	A K	Amikasin	5	9%	0	0%	52	91%	57
4.	CFM	Cefixime	57	100%	0	0%	0	0%	57
5.	AML	Amoksillin	56	98%	0	0%	1	2%	57
6.	CL	Cuphalexin	57	100%	0	0%	0	0%	57
7.	CFR	Cefadroxil	56	98%	0	0%	1	2%	57
8.	ATM	Aztreonam	42	73%	1	2%	14	25%	57
9.	AMC	Amoks-clavulan	31	54%	0	0%	26	46%	57
10.	AMP	Ampisilin	56	98%	0	0%	1	2%	57
11.	CN	Gentamicin	26	46%	0	0%	31	54%	57
12.	C	Chloramphenicol	37	65%	0	0%	20	35%	57
13.	MEM	Meropenem	1	2%	0	0%	56	98%	57
14.	SCF	Sulbactam-Cefoperazone	9	16%	0	0%	48	84%	57
15.	SAM	Sulbactam-ampi	29	51%	0	0%	28	49%	57
16.	W	Trimetoprim	56	98%	0	0%	1	2%	57
17.		Piperacillin	55	96%	1	2%	1	2%	57
18.		Cefazolin	57	100%	0	0%	0	0%	57
19.	CRO	Ceftriaxone	57	100%	0	0%	0	0%	57
20.	FEP	Cefepime	54	95%	0	0%	3	5%	57
21.		Ertapenem	54	95%	0	0%	3	5%	57
22.	CIP	Siprofloksasin	52	91%	0	0%	5	9%	57
23.		Tigecyclin	49	86%	0	0%	8	14%	57
24.	SXT	Sulfametoxazol	56	98%	0	0%	1	2%	57
25.		Nitroforantoin	53	93%	3	5%	1	2%	57
26.	CAZ	Ceftazidime	0	0%	0	0%	0	0%	0

Keterangan: R (Resisten); I (Intermediet); S (Sensitivitas). *Description: R (Resistant); I (Intermediate); S (Sensitivity).*

Dari table diatas, dapat diketahui bahwa bakteri *Klebsiella pneumoniae* menunjukkan respon sensitivitas tertinggi terhadap antibiotic Meropenem 98%, Amikasin 91%, Sulbactam cetpirom 84% dan Gentamicin 54%. Sedangkan respon resistensi tertinggi terhadap antibiotic Cefixime 100%, Cuphalexin 100%, Cefazoline 100%, Cefriaxone 100%.

Uji Sensitivitas Bakteri *Klebsiella pneumoniae*

Berikut ini adalah grafik presentase sensitivitas dan resistensi antibiotic terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae*.



Gambar 1. Grafik pola sensitivitas 26 jenis antibiotik terhadap bakteri *Klebsiella pneumoniae* (Graph of the sensitivity pattern of 26 types of antibiotics to the bacterium *Klebsiella pneumoniae*).

Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa bakteri *Klebsiella pneumoniae* memiliki respons yang sangat baik terhadap beberapa jenis antibiotik tertentu. Antibiotik dengan tingkat sensitivitas tertinggi adalah Meropenem sebesar 98%, diikuti oleh Amikasin sebesar 91%, Sulbactam-cefoperazon sebesar 84%, dan Gentamisin sebesar 54%. Hal ini menandakan bahwa antibiotik golongan karbapenem dan aminoglikosida masih sangat efektif dan dapat dijadikan sebagai pilihan utama dalam terapi pengobatan infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini. Selain itu, antibiotik seperti Ertapenem, Tigesiklin, dan Siprofloksasin juga menunjukkan persentase sensitivitas yang cukup tinggi, yaitu di atas 85%, sehingga masih memiliki potensi untuk digunakan. Di sisi lain, data juga mengungkapkan adanya tingkat resistensi yang sangat tinggi terhadap berbagai antibiotik yang umum digunakan. Beberapa antibiotik bahkan menunjukkan angka resistensi mencapai 100%, seperti Amoksisilin, Cefadroxil, Piperasilin, Cefazolin, dan Ceftriaxon. Selain itu, antibiotik seperti Streptomisin, Ampisilin, dan Kloramfenikol juga memiliki tingkat resistensi di atas 95%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bakteri tersebut telah mengalami resistensi luas terhadap golongan penisilin dan sefalosporin, sehingga penggunaan antibiotik-antibiotik tersebut kemungkinan besar tidak akan memberikan hasil yang efektif dan sebaiknya dihindari untuk mencegah peningkatan resistensi lebih lanjut.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan pola resistensi antibiotik yang pada isolat *Klebsiella pneumoniae*. dari sampel darah pasien di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung. Dari 26 jenis antibiotik yang diuji, sebanyak 24 antibiotik menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi, sementara hanya 4 antibiotik yang masih memiliki sensitivitas baik. Resistensi tertinggi ditemukan pada antibiotik golongan sefalosporin generasi ketiga seperti Cefixime (100%), Ceftriaxone (100%), dan Cefazolin (100%), serta antibiotik golongan penisilin seperti Ampicillin (98%) dan Amoxicillin (98%). Meskipun tingkat resistensi secara umum sangat tinggi, penelitian ini menemukan bahwa carbapenem, khususnya Meropenem, masih menunjukkan sensitivitas tertinggi yaitu 98%, diikuti oleh Amikacin (91%), Sulbactam-Cefoperazone (84%), dan Gentamicin (54%). Temuan ini konsisten dengan beberapa penelitian terkini yang melaporkan bahwa carbapenem masih menjadi pilihan utama untuk infeksi *Klebsiella pneumoniae*. yang memproduksi ESBL (Palacios-Baena *et al.*, 2021; Morena *et al.*, 2026).

Pola resistensi tinggi ini sejalan dengan temuan global yang melaporkan peningkatan resistensi *Klebsiella pneumoniae* terhadap antibiotik beta-laktam akibat produksi enzim Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL) dan carbapenemase (Navon-Venezia *et al.*, 2017; Wyres and Holt, 2018). Penelitian di Indonesia oleh Santoso *et al.* (2024) juga mengonfirmasi tingginya prevalensi ESBL-producing *Klebsiella pneumoniae*. di rumah sakit rujukan, dengan tingkat resistensi terhadap sefalosporin generasi ketiga mencapai 85-95%. Fenomena ini menunjukkan bahwa antibiotik yang sebelumnya menjadi pilihan utama untuk infeksi Gram negatif kini mengalami penurunan efektivitas signifikan (Khadka *et al.*, 2023). Penggunaan antibiotik yang tidak efektif tidak hanya gagal mengatasi infeksi tetapi juga meningkatkan risiko komplikasi seperti sepsis, perpanjangan masa rawat inap, peningkatan biaya pengobatan, dan mortalitas pasien. Sebaliknya, antibiotik dengan sensitivitas tinggi seperti Meropenem, Amikacin, dan kombinasi Sulbactam-Cefoperazone dapat dijadikan pilihan utama untuk terapi definitif infeksi bakteremia akibat *Klebsiella pneumoniae* (Tamma *et al.*, 2021), sedangkan pada penelitian ini antibiotik Cefazolin, Ceftriaxone, Cephalexin, dan Ceftazidime mengindikasikan bahwa antibiotik golongan sefalosporin ini sudah tidak efektif untuk terapi infeksi *Klebsiella pneumoniae*. di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek. Hal ini menunjukkan perlunya pembaruan panduan terapi empiris di rumah sakit tersebut berdasarkan data pola resistensi lokal (antibiogram) yang diperbaharui secara berkala (Bassetti *et al.*, 2019).

Penelitian oleh Chen *et al.* (2022) menunjukkan bahwa mortalitas pasien dengan bakteremia akibat MDR *Klebsiella pneumoniae* di Indonesia mencapai 35-45%. Strategi jangka panjang untuk mengatasi krisis resistensi antibiotik memerlukan pendekatan holistik yang mencakup pengendalian infeksi, diagnostik molekuler cepat, surveillance berkala, dan edukasi masyarakat. Program infection prevention and control (IPC) yang ketat meliputi hand hygiene dengan compliance minimal 80%, isolasi kontak untuk pasien terinfeksi bakteri MDR, dekontaminasi lingkungan yang adekuat, dan surveillance aktif untuk deteksi dini carrier asimtomatik terbukti dapat menurunkan insiden healthcare-associated infections hingga 40% (Supriadi *et al.*, 2024; Cassini *et al.*, 2024). Pengembangan diagnostik molekuler seperti PCR multiplex, MALDI-TOF mass spectrometry, dan whole genome sequencing yang dapat mengidentifikasi bakteri dan gen resistensi dalam waktu 2-6 jam sangat penting untuk pemberian terapi targeted lebih awal, terbukti mengurangi waktu pemberian antibiotik definitif hingga 24-48 jam dan menurunkan mortalitas hingga 12% (Huang *et al.*, 2019). Surveillance pola resistensi antibiotik secara berkala minimal setiap 6-12 bulan diperlukan untuk memantau perubahan epidemiologi lokal dan menyesuaikan kebijakan penggunaan antibiotik. Pendekatan One Health yang mengintegrasikan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan, disertai edukasi masyarakat tentang penggunaan antibiotik bijak dan penguatan regulasi penjualan antibiotik tanpa resep, menjadi kunci pencegahan resistensi di masa depan (McEwen & Collignon, 2018).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 57 isolat *Klebsiella pneumoniae*. dari sampel darah pasien di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung dengan pola resisten antibiotik yang sangat cukup tinggi. Dari 26 jenis antibiotik yang diuji, 26 antibiotik menunjukkan tingkat sensitivitas tinggi pada Meropenem (98%), Amikacin (91%), Sulbactam-Cefoperazone (84%), dan Gentamicin (54%). Temuan ini menunjukkan bahwa carbapenem khususnya Meropenem dapat dijadikan pilihan utama untuk terapi bakteremia akibat *Klebsiella pneumoniae*. Penelitian ini merekomendasikan perlunya revisi segera protokol terapi empiris, implementasi program antimicrobial stewardship, penguatan infection prevention and control, surveillance pola resistensi berkala, serta pengembangan diagnostik molekuler cepat untuk meningkatkan outcome klinis dan mengendalikan penyebaran resistensi antibiotik di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung yang telah membantu telaksananya penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

YDS: Mengumpulkan data penelitian, membuat draft artikel, membuat konsep penelitian, menulis naskah asli, edit dan merevisi naskah akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Sabbir Alam, S. M., Sultana, M., Hossain, M. A. 2015. BioCluster: tool for identification and clustering of Enterobacteriaceae based on biochemical data. *Genomics, proteomics & bioinformatics*, 13(3), pp.192–199. <https://doi.org/10.1016/j.gpb.2015.03.007>
- Bassetti, M, Peghin, M, Vena, A., Giacobbe, D.R. 2019. Treatment of Infections Due to MDR Gram-Negative Bacteria. *Front. Med.*, 6, p.74. doi: 10.3389/fmed.2019.00074
- Cassini, A., Högberg, L.D., Plachouras, D., Quattrocchi, A., Hoxha, A., Simonsen, G.S., Colomb-Cotinat, M., Kretzschmar, M.E., Devleeschauwer, B., Cecchini, *et al.* 2019. Burden of AMR Collaborative Group. Attributable deaths and disability-adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European Economic Area in 2015: a population-level modelling analysis. *Lancet Infect Dis*, 19(1), pp.56-66.
- Chen, Y., Chen, X., Liang, Z., Fan, S., Gao, X., Jia, H., Li, B., Shi, L., Zhai, A., Wu, C. 2022. Epidemiology and prediction of multidrug-resistant bacteria based on hospital level, *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 29, pp.155-162. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2022.03.003>.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2022. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. 32nd ed. CLSI supplement M100. Clinical and Laboratory Standards Institute: USA. doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017.
- Hossain, T.J. 2024. Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity: A review of protocols, advantages, and limitations. *Eur J Microbiol Immunol*, 14(2), pp.97-115. doi: 10.1556/1886.2024.00035.
- Huang, T. D., Melnik, E., Bogaerts, P., Evrard, S., Glupczynski, Y. 2019. Evaluation of the ePlex Blood Culture Identification Panels for Detection of Pathogens in Bloodstream Infections. *J Clin Microbiol*, 57(2), p.e01597-18. <https://doi.org/10.1128/jcm.01597-18>
- Kadariswantiningsih, I.N., Rampengan, D.D., Ramadhan, R.N., Idrisova, A., Idrisov, B., Empitu M.A. 2025. Antibiotic resistance in Indonesia: A systematic review and meta-analysis of extended-spectrum beta-lactamase-producing bacteria (2008–2024). *Tropical Medicine & International Health*, 30, pp.246-259. doi:10.1111/tmi.14090.
- Khadka, C., Shyaula, M., Syangtan, G., Bista, S., Tuladhar, R., Singh, A., Joshi, D. R., Pokhrel, L. R., Dawadi, P. 2023. Extended-spectrum β -lactamases producing Enterobacteriaceae (ESBL-PE) prevalence in Nepal: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 901, p.166164.

- Li, Y., Kumar, S., Zhang, L. 2024. *Mechanisms of Antibiotic Resistance and Developments in Therapeutic Strategies to Combat Klebsiella pneumoniae Infection*, 17, pp.1107–1119. <https://doi.org/10.2147/IDR.S453025>
- McEwen, S.A., Collignon, P.J. 2018. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr*, 6(2), pp.1-26. doi: 10.1128/microbiolspec.arba-0009-2017.
- Morena, R., Gulli, S. P., Serapide, F., Russo, A. 2026. Precision Approaches to Carbapenem-Resistant Infections in the ICU: Integrating Diagnostics, Stewardship, and Novel Therapies. *Diagnostics*, 16(7), 1053. <https://doi.org/10.3390/diagnostics16071053>
- Navon-Venezia, S., Kondratyeva, K., Carattoli, A. 2017. *Klebsiella pneumoniae*: A major worldwide source and shuttle for antibiotic resistance. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(3), pp.252–275. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux013>
- Paczosa, M.K., Mecsas, J. 2016. *Klebsiella pneumoniae*: Going on the Offense with a Strong Defense. *Microbiol Mol Biol Rev*, 80(3), pp.629-61. doi: 10.1128/MMBR.00078-15.
- Palacios-Baena, Z.R., Giannella, M., Manissero, D., Rodríguez-Baño, J., Lopes, S., Wilson, K., Mccool, R., Longshaw, C. 2021. Risk factors for carbapenem-resistant Gram-negative bacterial infections: a systematic review. *Clinical Microbiology and Infection*. 27(2), pp 228-235.
- Rivera, A., Vinado, B., Benito, N., Perez, F.D., Cuenca, F.P., Dominguez, J.P., Guinea, J., Navas, A.L., Moreno, M.A., Larrosa, M.N., Oliver, A., Navarro, F. 2023. Recommendations of the Spanish Antibiogram Committee (COESANT) for *in vitro* susceptibility testing of antimicrobial agents by disk. *Enfermedades infecciosas y microbiología clinica*, 41(9), pp.571-576. doi: 10.1016/j.eimc.2022.04.015
- Salam, M.A., Al-Amin, M.Y., Pawar, J.S., Akhter, N., Lucy, I.B. 2023. Conventional methods and future trends in antimicrobial susceptibility testing. *Saudi J Biol Sci*, 30(3),p.103582. doi: 10.1016/j.sjbs.2023.103582.
- Santoso, F. A., Listyorini, D., Yuliani, A. 2025. Prevalensi *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) dan *Multidrug Resistant Klebsiella pneumoniae* di RSAU dr. M. Salamun, Bandung. *Proceedings of Life and Applied Sciences*, 3, pp.54-58.
- Schuetz, A.N., Ferrell, A., Hindler, J.A., Humphries, R., Bobenchik, A.M. 2025. Overview of changes in the Clinical and Laboratory Standards Institute Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: M100 32nd and 33rd editions. *J Clin Microbiol*, 63, p.e01623-23. <https://doi.org/10.1128/jcm.01623-23>
- Supriadi, I.R., Saptawati, L., Widodo, N.H., Satari, H.I., Sitohang, G., Usman, Y., Anom, I.B., Saraswati, R.D., Severin, J.A. 2023. SG-APSIC1108: Implementation of infection prevention and control in Indonesian hospitals: Identification of strengths, gaps, and challenges in current practices. *Antimicrob Steward Healthc Epidemiol*, 3(Suppl 1), p.s17. doi: 10.1017/ash.2023.52. PMID: PMC10571216.
- Tamma, P.D., Aitken, S.L., Bonomo, R.A., Mathers, A.J., van Duin, D., Clancy, C.J. 2021. Infectious Diseases Society of America Guidance on the Treatment of Extended-Spectrum β -lactamase Producing Enterobacterales (ESBL-E), Carbapenem-Resistant Enterobacterales (CRE), and *Pseudomonas aeruginosa* with Difficult-to-Treat Resistance (DTR-P. *aeruginosa*). *Clin Infect Dis*, 72(7), pp.e169-e183. doi: 10.1093/cid/ciaa1478.
- Wyres, K.L., Holt, K.E. 2018. *Klebsiella pneumoniae* as a key trafficker of drug resistance genes from environmental to clinically important bacteria, *Current Opinion in Microbiology*, 45, pp.131-139.