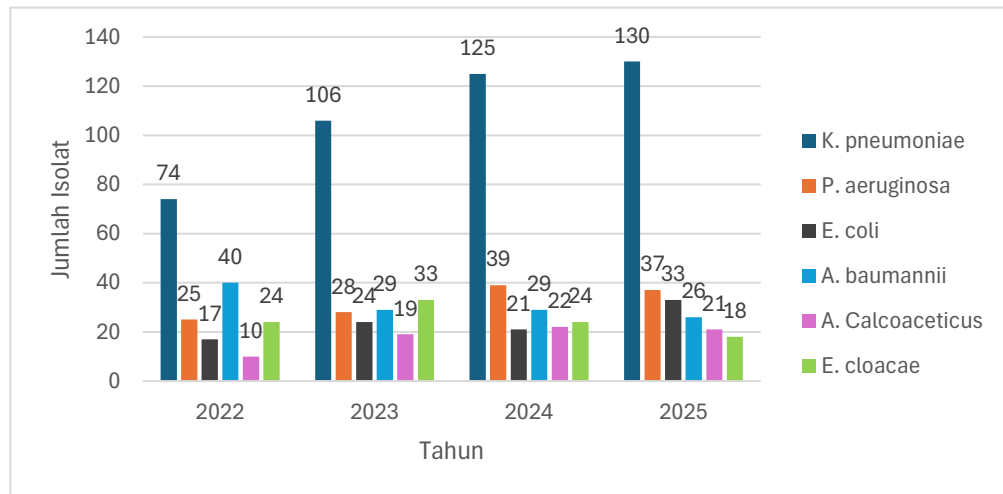


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Dari data bakteri isolat sputum yang di uji menggunakan alat *BD Pheonix* di RSUD Panembahan Senopati dalam periode 2022-2025 diperoleh 47 jenis/spesies bakteri gram negatif. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih representatif tentang pola resistensinya, maka peneliti mengambil 6 spesies bakteri utama yang kasusnya lebih dari 10 dalam satu tahun. Enam bakteri tersebut adalah: *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, dan *Acinetobacter calcoaceticus* (Gambar 3).



Gambar 3 Diagram Jumlah Enam Spesies Bakteri Isolat Sputum Pada Periode 2022-2025

Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat 19 jenis antibiotik pada instrumen *BD Pheonix* yang digunakan untuk pengujian sensitivitas isolat bakteri yang diperoleh dari kasus-kasus pasien yang berobat di RSUD

Panembahan Senopati. Antibiotik tersebut adalah *amikacin*, *amoxicillin-clavulanate*, *ampicillin*, *ampicillin-sulbaktam*, *aztreonam*, *cefazolin*, *cefepime*, *cefotaxime*, *ceftazidime*, *chloramphenicol*, *ciprofloxacin*, *gentamicin*, *imipenem*, *levofloxacin*, *meropenem*, *moxifloxacin*, *piperacillin*, *piperacillin-tazobactam*, *tetracycline*, *trimethoprim-sulfamethoxazole*. Data jumlah kasus dan proporsi resisten dari 6 spesies utama terhadap jenis-jenis antibiotik yang diuji pada periode 2022-2025 dapat dilihat pada lampiran 5.

Dari data yang ada, 6 spesies bakteri utama yang di kaji telah menunjukkan resistensi terhadap beberapa jenis antibiotik. Beberapa di antaranya terlihat menunjukkan kecenderungan *Multi Drug Resistance*. Khusus untuk antibiotik *cefazolin*, keenam spesies bakteri tersebut sudah resisten. Gambaran status resisten dari ke 6 spesies bakteri yang dikaji terhadap beberapa jenis antibiotik dapat dilihat pada Tabel 2.

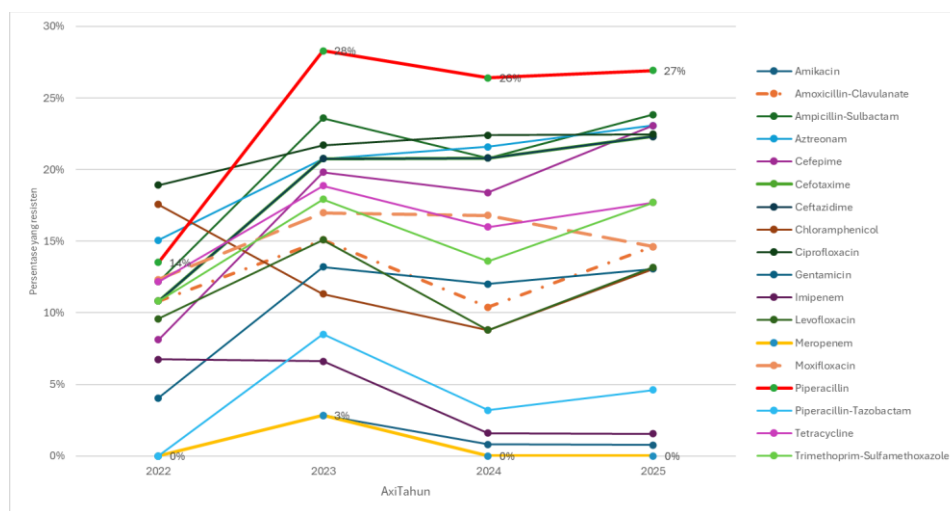
Tabel 2. Spesies Bakteri Dengan Proporsi Resistensi 100% Terhadap Beberapa Jenis Antibiotik

Spesies Bakteri	AMC	AM	SAM	ATM	CZ	CTX	C	TE	SXT
<i>K.pneumoniae</i>	■				■				
<i>P.aeuginosa</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>A.baumannii</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>E.cloacae</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>E.coli</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>A.calcoaceticus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■

AMC = Amoxicillin-Clavulanate; AM = Ampicillin; SAM = Ampicillin-Sulbaktam; ATM = Aztreonam; CZ = Cefazolin; CTX = Cefotaxime; C = Chloramphenicol; TE = Tetracycline; SXT = Trimethoprim-Sulfamethoxazole

1. Pola resistensi bakteri *Klebsiella pneumoniae*

Berdasarkan perhitungan data hasil uji sensitivitas bakteri *Klebsiella pneumoniae* terhadap antibiotik uji untuk periode 2022-2025, diperoleh gambaran pola resistensi seperti yang ditampilkan pada Gambar 8. Dari data tersebut, 74 isolat diperoleh pada tahun 2022, 106 isolat pada tahun 2023, 125 isolat pada tahun 2024, dan 130 isolat pada tahun 2025 melalui penelitian yang dilakukan di RSUD Panembahan Senopati. Sehingga secara total terdapat 435 isolat, atau mendekati 10 isolat per bulan yang merupakan jumlah kasus terbesar dibanding dengan spesies bakteri yang lain. Meskipun jumlah isolat *K. pneumoniae* sangat tinggi, spesies ini hanya menunjukkan resistensi penuh (proporsi resisten 100%) terhadap 2 jenis antibiotik uji yaitu *ampicillin* dan *cefazolin*. (Tabel 3.)



Gambar 4 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Klebsiella pneumoniae* Terhadap 17 Jenis Antibiotik

Diagram diatas menunjukkan proporsi resistensi isolat bakteri *K.pneumoniae* terhadap antibiotik yang diujikan masih tergolong rendah yaitu di bawah 25%, kecuali terhadap antibiotik *amoxcillin clauvanate*

yang hampir mendekati 30%. Untuk periode 2022-2023, terlihat adanya peningkatan proporsi resisten yang cukup tajam terhadap hampir semua antibiotik uji, kecuali terhadap *chloramphenicol* yang turun dari 18% menjadi 11%. Tren resistensi bakteri *K.pneumoniae* terhadap antibiotik uji cenderung sedikit menurun pada periode 2024 lalu meningkat lagi pada tahun 2025.

Tabel 3. Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Klebsiella pneumoniae* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

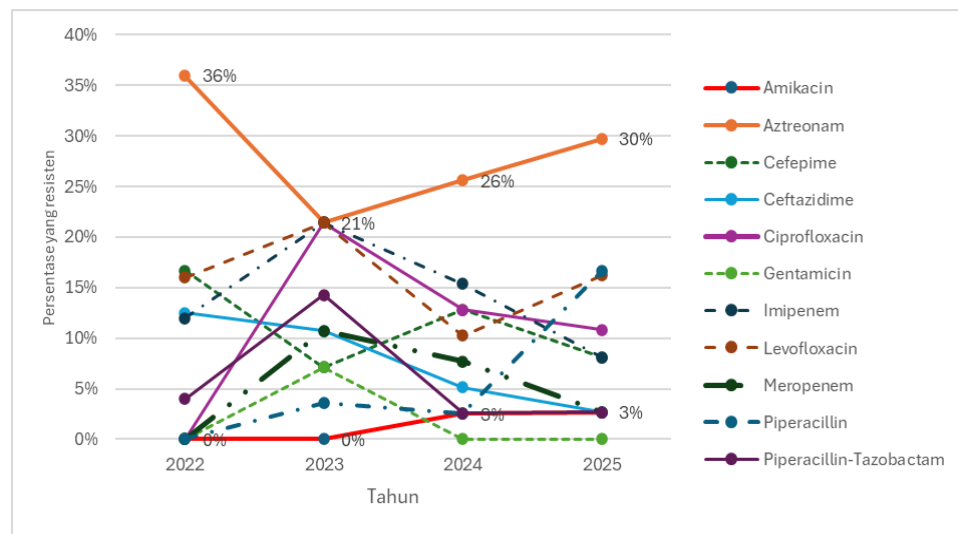
Antibiotik	Kelas	2022/ Awal %	2025/ Akhir %	Perubahan PP
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	0.77	+0.77
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	4.05	13.08	+9.02
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	17.57	13.08	-4.49
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	10.81	14.62	+3.8
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	12.16	23.85	+11.68
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	0.0	4.62	+4.62
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	6.76	1.54	-5.22
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	8.11	23.08	+14.97
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	10.81	22.31	+11.5
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	10.81	22.31	+11.5
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	18.92	22.48	+3.56
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	9.59	13.18	+3.59
<i>Moxifloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	12.33	14.62	+2.29
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	10.81	17.69	+6.88
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	15.07	23.08	+8.01
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	13.51	26.92	+13.41
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	12.16	17.69	+5.53

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa sebagian besar antibiotik yang diuji menunjukkan peningkatan proporsi resistensi sejak tahun 2022,

meskipun proporsi isolat *Klebsiella pneumoniae* yang resisten terhadap 20 antibiotik yang diuji tetap relatif rendah (di bawah 30% kecuali *cefazolin* dan *ampisilin*). Peningkatan proporsi resistensi dapat serendah 0,77%, seperti pada *amikasin* atau setinggi 13,41% pada *piperasilin*. Satu-satunya antibiotik yang mengalami penurunan proporsi resistensi adalah *kloramfenikol* dan *imipenem* yang masing-masing menurun sebesar 4,49% dan 5,22%.

2. Pola resistensi bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Berdasarkan hasil perhitungan data uji sensitivitas isolat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* terhadap antibiotik uji pada periode 2022–2025, diperoleh gambaran pola resistensi sebagaimana ditunjukkan pada gambar 9. Jumlah isolat *Pseudomonas aeruginosa* yang ditemukan di RSUD Panembahan Senopati tercatat sebanyak 25 isolat pada tahun 2022, 28 isolat pada tahun 2023, 39 isolat pada tahun 2024, dan 37 isolat pada tahun 2025. Sehingga, secara keseluruhan terdapat 129 isolat selama periode penelitian. Hasil uji sensitivitas terhadap 19 jenis antibiotik menunjukkan bahwa isolat bakteri tersebut telah mengalami resistensi penuh (proporsi resisten 100%) terhadap 8 jenis antibiotik, yaitu *amoxicillin-clavulanate*, *ampicillin*, *ampicillin-sulbaktam*, *cefazolin*, *cefotaxime*, *chloramphenicol*, *tetracycline*, dan *trimethoprim-sulfamethoxazole* (Tabel 4).



Gambar 5 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Terhadap 11 Jenis Antibiotik

Diagram diatas menunjukkan bahwa dari 11 jenis antibiotik yang masih memiliki sensitivitas terhadap isolat bakteri *P.aeruginosa*, antibiotik tersebut memiliki tren proporsi resistensi yang fluktuatif dari tahun ke tahun. Secara garis besar, dari 11 antibiotik tersebut, angka proporsi resistensinya terhadap bakteri *P.aeruginosa* berkisar antara angka 0% - 20%. Antibiotik *aztreonam* memiliki proporsi resistensi tertinggi pada grafik tersebut dengan angka proporsi resistensi 20% - 35%.

Tabel 4. Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Pseudomonas aeruginosa* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

Antibiotik	Kelas	2022/ Awal %	2025/ Akhir %	Perubahan PP
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	2.7	+2.7
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-</i>	100.0	100.0	0.0

<i>lactamase inhibitor</i>				
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	4.0	2.7	-1.3
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	12.0	8.11	-3.89
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	0.0	2.7	+2.7
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	16.67	8.11	-8.56
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	12.50	2.70	-9.8
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	0.0	10.81	+10.81
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	16.0	16.22	+2.7
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	36.00	29.73	0.0
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	0.0	16.67	+16.67
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	100.0	100.0	0.0

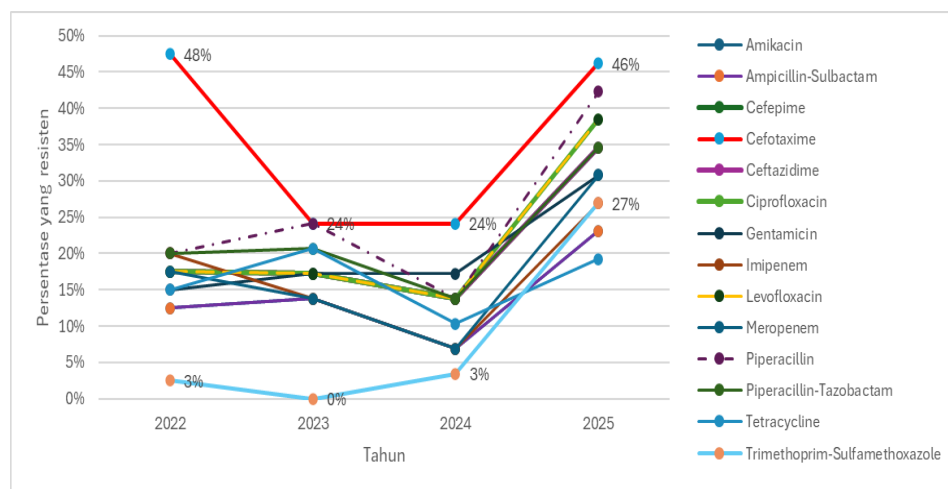
Tabel 4 menegaskan poin-poin yang telah dibahas sebelumnya mengenai resistensi antibiotik pada isolat *Pseudomonas aeruginosa*, mengingat bahwa 8 dari 19 antibiotik yang diuji secara intrinsik resisten (resistensi 100% selama 4 tahun). 11 antibiotik yang masih sensitif terhadap *P. aeruginosa* menunjukkan tingkat resistensi yang rendah (di bawah 17%, kecuali *aztreonam*). Perlu dicatat bahwa *ciprofloxacin* dan *piperacillin* mengalami peningkatan proporsi resistensi dua digit dimana *piperacilin* meningkat 16.67%.

3. Pola resistensi bakteri *Acinetobacter baumannii*

Berdasarkan perhitungan data hasil uji sensitivitas bakteri *Acinetobacter baumannii* terhadap antibiotik uji untuk periode 2022-2025, diperoleh pola resistensi seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. Dari data tersebut, 40 isolat diperoleh pada tahun 2022, 29 isolat pada tahun 2023, 29 isolat pada tahun 2024, dan 26 isolat pada tahun 2025 melalui penelitian

yang dilakukan di RSUD Panembahan Senopati. Sehingga secara total terdapat 124 isolat bakteri *Acinetobacter baumannii* selama waktu tersebut.

Dari hasil uji sensitivitas terhadap 19 jenis antibiotik, isolat bakteri *A. baumannii* telah menunjukkan resistensi penuh (proporsi resisten 100%) terhadap *amoxicillin-clavulanate*, *ampicillin*, *aztreonam*, *cefazolin*, dan *chloramphenicol* (Tabel 5.).



Gambar 6 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Acinetobacter baumannii* Terhadap 14 Jenis Antibiotik

Gambar 6 di atas menunjukkan adanya trend kenaikan proporsi isolat bakteri *A. baumannii* yang resisten terutama dalam 1 tahun terakhir (2024-2025). Di antara antibiotik yang diuji, *cefotaxime* menunjukkan proporsi resistensi tertinggi dengan angka mendekati 50%, sehingga penggunaannya terhadap bakteri ini perlu menjadi perhatian dalam pertimbangan terapi antibiotik. Tren peningkatan proporsi resistensi terbesar dapat terlihat pada antibiotik *trimethoprim-sulfamethoxazole*. Proporsi resistensinya berada di bawah 5% untuk periode 2022-2024 dan meningkat tajam menjadi 27% pada tahun 2025.

Tabel 5 Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Acinetobacter baumannii* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

Antibiotik	Kelas	2022 /Awal %	2025 /Akhir %	Perubahan pp
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	12.5	23.08	+10.58
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	15.0	30.77	+15.77
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	12.5	23.08	+10.58
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	20.0	34.62	+14.62
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	20.0	26.92	+6.92
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	17.5	30.77	+13.27
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	17.5	34.62	+17.12
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	47.5	46.15	-1.35
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	17.5	34.62	+17.12
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	17.5	38.46	+20.96
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	17.5	38.46	+20.96
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	2.5	26.92	+24.42
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	20.0	42.31	+22.31
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	15.0	19.23	+4.23

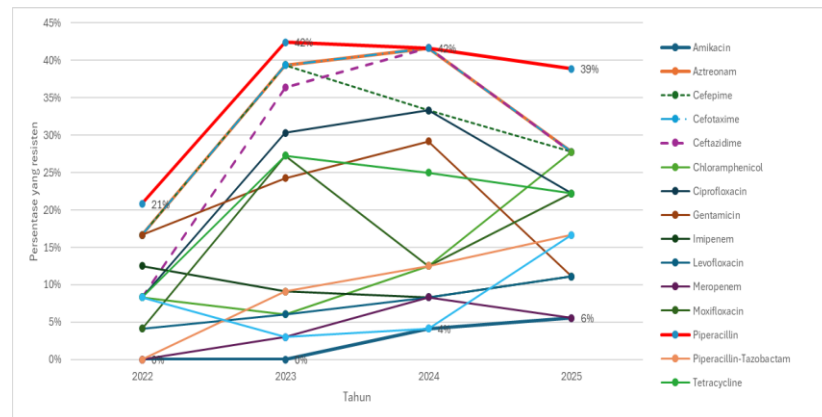
Data yang ditunjukkan pada Tabel 5 dengan jelas menggambarkan bahwa proporsi resistensi *A. baumannii* terhadap berbagai kelas antibiotik telah meningkat dari tahun dasar 2022 hingga tahun terakhir, yaitu 2025. *trimethoprim-sulfamethoxazole*, seperti yang telah disebutkan sebelumnya, memiliki peningkatan resistensi individual terbesar dengan perubahan persentase absolut sebesar 24,42%. Antibiotik kelas *fluoroquinolone* juga

menunjukkan perubahan yang cukup besar dari tahun dasar, dengan peningkatanpersentase absolut proporsi resistensi sebesar 20,96%. Semua antibiotik yang diuji mengalami peningkatan proporsi resistensi terhadap *A. baumannii* antara 4% dan 25% dari tahun 2022, kecuali antibiotik yang resisten secara intrinsik dan *cefotaxime*, yang mengalami penurunan sebesar 1%.

4. Pola resistensi bakteri *Enterobacter cloacae*

Berdasarkan perhitungan data hasil uji sensitivitas bakteri *Enterobacter cloacae* terhadap antibiotik uji untuk periode 2022-2025, diperoleh gambaran pola resistensi seperti yang ditampilkan pada gambar 7. Dari data tersebut, 24 isolat diperoleh pada tahun 2022, 33 isolat pada tahun 2023, 24 isolat pada tahun 2024, dan 18 isolat pada tahun 2025 melalui penelitian yang dilakukan di RSUD Panembahan Senopati. Sehingga secara total terdapat 99 isolat bakteri *Enterobacter cloacae* selama waktu tersebut.

Dari hasil uji sensitivitas terhadap 19 jenis antibiotik, isolat bakteri *E. cloacae* telah menunjukkan resistensi penuh (proporsi resisten 100%) terhadap *amoxicillin-clavulanate*, *ampicillin*, *ampicillin-sulbaktam*, dan *cefazolin* (Tabel 6.).



Gambar 7 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Enterobacter cloacae* Terhadap 15 Jenis Antibiotik

Dapat dilihat dari Gambar 7 di atas, bahwa terdapat dua kelompok pola proporsi resistensi terhadap antibiotik yang diuji. Kelompok pertama antibiotik uji mengalami peningkatan proporsi yang resisten yang cukup tajam dari tahun 2022 ke 2023; terutama terhadap antibiotik: *aztreonam*, *ceftazidin*, *cefotaxime*, *mexifloxacin*, *ciprofloxacin*, dan *tetracyclin*; yang kemudian relative stabil pada periode 2023-2024, dan sedikit menurun pada 1 tahun terakhir (2025). Sedangkan kelompok ke-2 yang terdiri dari antibiotik *chlorophenicol*, *amikacin*, *meropenem*, *piperacilin-tazobactum*, *levofloxacin*, dan *imipenem* memiliki proporsi resistensi yang relatif stabil pada tahun 2022-2024 dan sedikit meningkat pada tahun 2025.

Dari segi angka proporsi resistennya, antibiotik *aztreonam*, *ceftazidin*, *cefotaxime*, *mexifloxacin*, *ciprofloxacin*, dan *tetracyclin*; tergolong cukup tinggi, berkisar antara 20% hingga 40%. Sehingga perlu kewaspadaan yang memadai dalam manajemen penggunaan antibiotik tersebut terhadap bakteri *Enterobacter cloacae*.

Tabel 6. Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Enterobacter cloacae* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

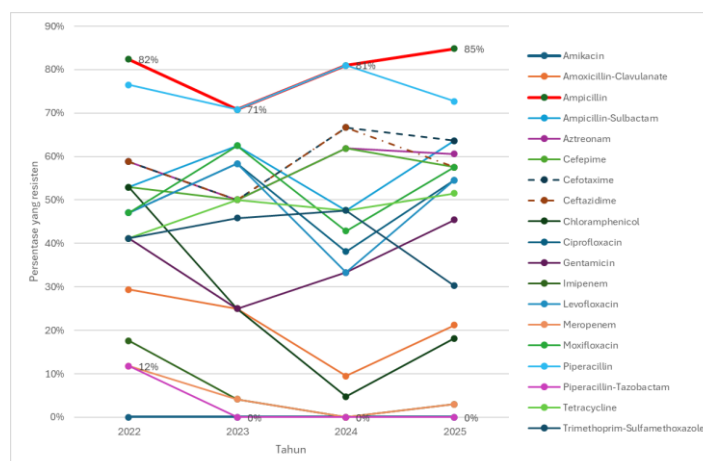
Antibiotik	Kelas	2022/ Awal %	2025/ Akhir %	Perubahan pp
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	5.56	+5.56
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	16.67	11.11	-5.56
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	8.33	27.78	+19.45
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	100	100	0.0
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	100	100	0.0
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	0.0	16.67	+16.67
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	12.50	11.11	-1.39
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	0.0	5,56	+5.56
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	16.67	27.78	+11.11
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	16.67	27.78	+11.11
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	8.33	27.78	+19.44
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	8.33	22.22	+13.89
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	4.17	11.11	+6.94
<i>Moxifloaxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	4.17	22,22	+18.50
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	8,33	16.67	+8.33
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	16.67	27,78	+11.11
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	0.0	16,67	+16.67
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	8.33	22.22	+13.89

Tabel 6 di atas menunjukkan tren yang mengkhawatirkan terhadap isolat bakteri *enterobacter cloacae*. Proporsi resistensi untuk sebagian besar antibiotik terhadap *E. cloacae* tetap relatif rendah, kurang dari 30%, kecuali untuk obat-obatan yang resisten secara intrinsik. Pola resistensi pada gambar 6 menunjukkan bahwa beberapa antibiotik mengalami penurunan proporsi resistensi terhadap *E. cloacae*, terutama pada tahun terakhir pengukuran. Namun, hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa ketika dibandingkan dengan tahun awal pengukuran, semua antibiotik uji,

terlepas dari kelas aksinya, menjadi lebih lemah terhadap isolat bakteri *E. cloacae*. Pelemahan ini dapat diamati dari peningkatan proporsi resistensi 14 antibiotik terhadap isolat yang sebesar 5-20%.

5. Pola resistensi bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan perhitungan data hasil uji sensitivitas bakteri *E. coli* terhadap antibiotik uji untuk periode 2022-2025, diperoleh gambaran pola resistensi yang ditampilkan pada Gambar 8. Dari data tersebut, 17 isolat diperoleh pada tahun 2022, 24 isolat pada tahun 2023, 21 isolat pada tahun 2024, dan 33 isolat pada tahun 2025 melalui penelitian yang dilakukan di RSUD Panembahan Senopati. Sehingga secara total terdapat 95 isolat bakteri *E. coli* selama waktu tersebut. Dari hasil uji sensitivitas terhadap 20 jenis antibiotik, isolat bakteri *E. coli* telah menunjukkan resistensi penuh (proporsi resisten 100%) terhadap satu jenis antibiotik yaitu *cefazolin*. Namun demikian proporsi resisten terhadap jenis antibiotik yang lain termasuk dalam kategori tinggi seperti yang dapat dilihat pada grafik.



Gambar 8 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Escherichia coli* Terhadap 18 Jenis Antibiotik

Dari grafik di atas, isolat bakteri *E. coli* memiliki proporsi pola

resistensi yang sangat variatif terhadap jenis antibiotik yang di uji. Namun secara umum, proporsi resisten yang tinggi dengan kisaran 35% sampai 85% terjadi terhadap banyak antibiotik yang di uji. Terdapat nilai proporsi resisten yang turun dari tahun-tahun sebelumnya yaitu terhadap antibiotik *chloramphenicol*, *imipenem* dan *meropenem*. Ada dua jenis antibiotik dimana proporsi resisten bakteri *E. coli* masih sangat rendah. Dua jenis antibiotik tersebut adalah *amikacin* dan *piperacillin-tazobactam*.

Tabel 7 Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Escherichia coli* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

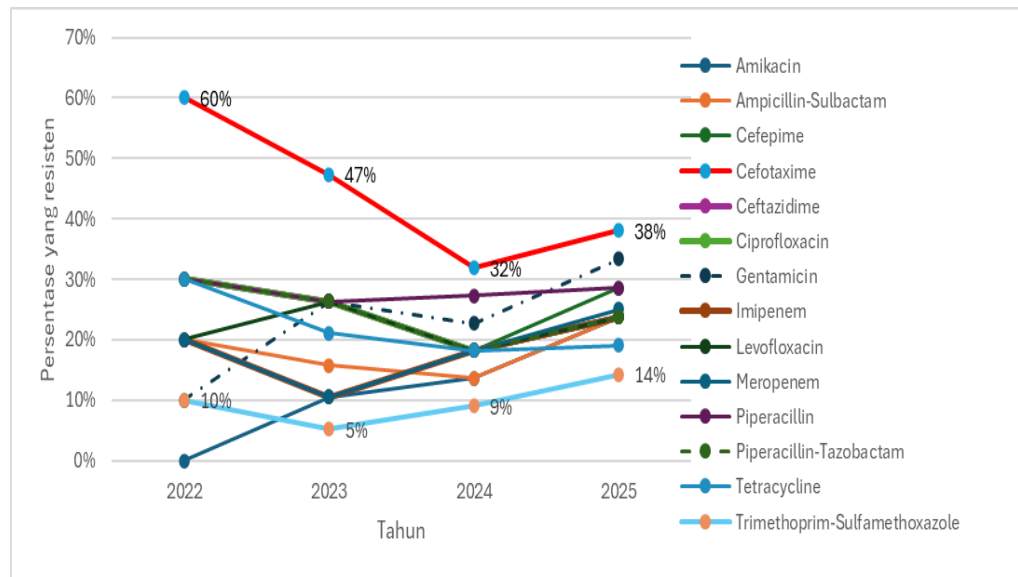
Antibiotik	Kelas	2022/ Awal %	2025 /Akhir %	Perubahan PP
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	0.0	0.0
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	41.18	45.45	+4.27
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	52,94	18,18	-34.76
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	29.41	21.21	-8,20
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	52,94	63,64	+10.7
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	11,76	0.00	-11,76
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	17,65	3,03	-14,62
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	11,76	3,03	-8,73
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100	100	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	52.94	57.58	+4.64
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	58.82	63.64	+4.82
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	58.82	57.58	-1.24
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	47,06	54,55	+7.49
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	47,06	54,55	+7.49
<i>Moxifloaxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	47,06	57.58	+10.52
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	41.18	30.3	-10.87
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	58,82	60,61	+1.79
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	82,35	84,84	+2.49
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	76,47	72,73	-3.74
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	41,18	51,52	+10.34

Hasil pada Tabel 7 mempertegas analisis yang dilakukan terhadap grafik pola resistensi pada Gambar 7. Terdapat dua kelompok antibiotik yang berbeda yaitu antibiotik resistensi tinggi, dengan proporsi resistensi 45-85% dan antibiotik resistensi rendah, dengan proporsi resistensi 0-30%. Dapat diamati bahwa 10 dari 18 antibiotik yang tidak resisten secara intrinsik mengalami peningkatan moderat dalam proporsi resistensinya terhadap *E. coli* (4-10%), sementara 8 antibiotik lainnya mengalami penurunan. *Ampisilin sulbaktam* mengalami peningkatan persentase terbesar dalam proporsi resistensinya sebesar 10,7%, sedangkan *chloramphenicol* mengalami penurunan terbesar sebesar 34,76% jika dibandingkan dengan tahun 2022.

6. Pola resistensi bakteri *Acinetobacter calcoaceticus*

Berdasarkan perhitungan data hasil uji sensitivitas bakteri *A. calcoaceticus* terhadap antibiotik uji untuk periode 2022-2025, diperoleh pola resistensi seperti yang ditampilkan pada Gambar 9. Dari data tersebut, 10 isolat diperoleh pada tahun 2022, 19 isolat pada tahun 2023, 22 isolat pada tahun 2024, dan 21 isolat pada tahun 2025 melalui penelitian yang dilakukan di RSUD Panembahan Senopati. Sehingga secara total terdapat 72 isolat bakteri *A. calcoaceticus* selama waktu tersebut.

Dari hasil uji sensitivitas terhadap 19 jenis antibiotik, isolat bakteri *A. calcoaceticus* memperlihatkan resistensi penuh terhadap *amoxicillin-clavulanate*, *ampicillin*, *aztreonam*, *cefazolin* , dan *chloramphenicol*. (Tabel 8.).



Gambar 9 Diagram Pola Resistensi Bakteri *Acinetobacter calcoaceticus* Terhadap 14 Jenis Antibiotik

Dari grafik di atas, secara umum garis besar proporsi isolat yang resisten selama relatif stabil pada kisaran 5% hingga 30%. Namun demikian dari tahun 2024-2025 secara umum terjadi kenaikan proporsi resistensi meskipun kenaikannya tidak tajam. Khusus untuk antibiotik *cefotaxime* terjadi penurunan proporsi resisten yang tajam dari tahun 2022 yang mencapai 60% menjadi 32% pada tahun 2024 tapi kemudian sedikit meningkat menjadi 38% pada tahun 2025. Untuk antibiotik *amikacin*, isolat bakteri *A. calcoaceticus* mengalami peningkatan resistensi yang cukup tajam dari 0% pada tahun 2022 menjadi 24% pada tahun 2025.

Tabel 8 Perubahan proporsi resistensi bakteri isolat *Acinetobacter calcoaceticus* dari tahun 2022 di banding tahun 2025 berdasarkan antibiotik uji dan kelas antibiotik

Antibiotik	Kelas	2022/ Awal %	2025/ Akhir %	Perubahan PP
<i>Amikacin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	0.0	23.81	+23.81
<i>Gentamicin</i>	<i>Aminoglycoside</i>	10.0	33.33	+23.33
<i>Chloramphenicol</i>	<i>Amphenicol</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Amoxicillin-Clavulanate</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ampicillin-Sulbaktam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	20.0	23.81	+3.81
<i>Piperacillin-tazobactam</i>	<i>Beta-lactam/Beta-lactamase inhibitor</i>	30.0	23.81	-6.19
<i>Imipenem</i>	<i>Carbapenem</i>	20.0	23.81	+3.81
<i>Meropenem</i>	<i>Carbapenem</i>	20.0	25.0	+5.0
<i>Cefazolin</i>	<i>Cephalosporin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Cefepime</i>	<i>Cephalosporin</i>	30.0	28.57	-1.43
<i>Cefotaxime</i>	<i>Cephalosporin</i>	60.0	38.1	-21.9
<i>Ceftazidime</i>	<i>Cephalosporin</i>	30.0	23.81	-6.19
<i>Ciprofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	30.0	23.81	-6.19
<i>Levofloxacin</i>	<i>Fluoroquinolone</i>	20.0	23.81	+3.81
<i>Trimethoprim-Sulfamethoxazole</i>	<i>Folate pathway inhibitor</i>	10.0	14.29	+4.29
<i>Aztreonam</i>	<i>Monobactam</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Ampicillin</i>	<i>Penicillin</i>	100.0	100.0	0.0
<i>Piperacillin</i>	<i>Penicillin</i>	30.0	28.57	-1.43
<i>Tetracycline</i>	<i>Tetracycline</i>	30.0	19.05	-10.95

Tabel 8 menunjukkan bahwa *A. calcoaceticus* memperlihatkan variasi proporsi resistensi terhadap seluruh antibiotik yang diuji jika dibandingkan dengan tahun dasar 2022. Perkembangan yang paling mengkhawatirkan adalah peningkatan lebih dari 23% proporsi resistensi *A. calcoaceticus* terhadap aminoglikosida amikacin dan gentamisin dari 0 hingga 10% pada tahun 2022 menjadi 23 dan 33%. Menariknya, tidak semua antibiotik menunjukkan peningkatan tingkat resistensi. Beberapa kelas antibiotik, seperti cephalosporin, tetrasiklin, dan penghambat beta-

laktam/beta-laktamase, menunjukkan penurunan proporsi resistensi yang signifikan. Penurunan yang paling mencolok dapat diamati pada *cefotaxime*, sebuah *cephalosporin* generasi ketiga, yang tingkat resistensinya menurun sebesar 22%, dari 60% menjadi 38,1%. Secara keseluruhan, setengah dari antibiotik yang diuji yang masih sensitif terhadap *A. calcoaceticus* mengalami peningkatan proporsi resistensi, sementara setengah lainnya mengalami penurunan.

B. Pembahasan

Sample sputum pasien periode tahun 2022-2025 (selama empat tahun) terdeteksi sejumlah 954 isolat bakteri, dan kemudian dapat diidentifikasi sebanyak 6 isolat spesies bakteri patogen. Keenam spesies bakteri tersebut dari persentase terbanyak berturut-turut adalah *Klebsiella pneumoniae* 435 (45,6%), *Pseudomonas aeruginosa* 129 (13,5%), *Acinetobacter baumannii* 124 (13,0%), *Enterobacter cloacae* 99 (10,4%), *Escherichia coli* 95 (10,0), dan *Acinetobacter calcoaceticus* 72 (7,5%). Tidak perlu menjelaskan jumlah kasus dan persentase relatifnya per tahun, meskipun ada satu pengecualian yang perlu diperhatikan. Peningkatan terbesar dari tahun ke tahun pada jumlah isolat terjadi pada *K. Pneumonia* dimana total kasus meningkat sebanyak 32 isolat. Gambaran pola secara spesifik masing-masing keenam spesies bakteri lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil penelitian ini sedikit berbeda jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu oleh Nurul Kamilah Sadli dkk. tahun (2025), patogen

terbanyak pada pasien nosokomial di RSUP Dr.Hasan Sadikin Bandung, adalah *A. baumannii* (31%), *K. pneumoniae* (26%), *P. aeruginosa* (14%), *S. maltophilia* (12%), dan *E. coli* (7%). Demikian pula, penelitian Nurul Juwiyanti dkk., pada tahun (2025) Yang berjudul “Prevalensi dan Pola Kepekaan Bakteri Gram Negatif *Multidrug Resistant* dari Kultur Sputum Penyebab Infeksi Saluran Pernapasan Bawah Non-Tuberkulosis Tahun 2022-2023” yang menunjukkan bahwa *A. baumani* merupakan isolat terbanyak dan diikuti oleh *P. Aeruginosa*.

Kasus positif *K. pneumoniae* pada kultur sputum bervariasi bergantung kelompok pasien dan wilayah. Di Indonesia, bakteri ini menempati urutan signifikan, terdeteksi pada sekitar 4,79% hingga 22,2% kasus infeksi saluran pernapasan, dan sering kali menunjukkan resistensi tinggi terhadap antibiotik. Prevalensi kasus: menurut data *National Institutes of Health*, bakteri ini ditemukan pada sekitar 4,79% pada pasien (CAP), sedangkan pada infeksi nosokomial (HAP), prevalensinya melonjak hingga 22,2%. Hasil penelitian ini sesuai dengan prevalensi *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL pada pasien Covid-19 di RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang *K.pneumoniae* ditemukan pada 47,1% sampel sputum. Berdasarkan pola sensitivitas, *K. pneumoniae* penghasil ESBL resisten terhadap *ampisilin/ AMP* (100%), *sefazolin* (100%), *seftriakson* (100%), *aztreonam* (91,2%), *seftazdim* (85,3%), *ampisilin/ sulbaktam* (76,5%), *siprofloksasin* (76,5%), *trimetoprim/ sulfametoksazol* (58,8%), dan *gentamisin* (55,9%) (Ahmad dkk., 2022).

Resistensi penuh (100%) yang teramati terhadap seluruh bakteri uji selaras dengan literatur dan *guidelines* mengenai profil resistensi intrinsik spesies (EUCAST, 2026). Secara mekanistik, resistensi ini timbul akibat kombinasi dari rendahnya permeabilitas membran luar, produksi enzim β -laktamase *AmpC* kromosom, serta aktivitas pompa efluks multiobat. Faktor-faktor tersebut secara bersama-sama menghalangi masuknya atau menguraikan antibiotik sebelum mencapai target obat, yaitu *penicillin-binding protein* (Hu & Chua, 2025).

Terlepas dari hasil resistensi penuh/intrinsk, dapat diketahui bahwa 6 spesies bakteri yang diteliti tetap mengalami peningkatan proporsi resistensi terhadap paling tidak 5 jenis antibiotik. *K.pneumoniae* mengalami peningkatan resistensi terhadap 15 dari 20 antibiotik yang diuji. *Cefpeme* mengalami peningkatan proporsi resistensi terbesar terhadap *K.pneumoniae* yaitu sebesar 14,97 pp. Hasil tersebut mencerminkan studi (Hogea et al. 2024), di mana selama periode studi (6 tahun), isolat *K. pneumoniae* menjadi semakin resisten terhadap antibiotik, khususnya terhadap *carbapenem*, dari 35,6% pada tahun 2018 menjadi 54,2% pada tahun 2023. Studi tersebut mengaitkan peningkatan resistensi antibiotik dengan kompatibilitas *K. pneumoniae* dengan berbagai plasmid/gen AMR.

P.aeruginosa mengalami peningkatan resistensi terhadap 5 jenis antibiotik uji dimana ciprofloxacin mengalami peningkatan terbesar sebanyak 10.81 pp. *A.baumani* mengalami peningkatan resistensi terhadap 13 dari 19 antibiotik yang diuji. *Trimethoprim-sulfamethoxazole*

mengalami peningkatan proporsi resistensi terbesar terhadap bakteri *A. baumannii* yaitu sebesar 24.42 pp. *E.clocae* mengalami peningkatan resistensi terhadap 14 dari 20 antibiotik yang diuji. *Chloramphenicol* mengalami peningkatan proporsi resistensi terbesar terhadap *E.clocae* yaitu sebesar 19.45 pp. *E.coli* mengalami peningkatan resistensi terhadap 10 dari 20 jenis antibiotik yang diuji. *Ampicilin sulbaktam* mengalami peningkatan proporsi resistensi tertinggi terhadap bakteri *E.coli* yaitu sebesar 10.7 pp. *A.calcoaceticus* mengalami peningkatan resistensi terhadap 7 dari 19 antibiotik yang diuji. *Amikacin* mengalami peningkatan proporsi resistensi tertinggi terhadap bakteri *A.calcoaceticus* yaitu sebesar 23.8 pp.

Jika dilihat dari literatur internasional, peningkatan resistensi yang diamati dalam penelitian ini mencerminkan tren global yang lebih luas dalam resistensi antimikroba Gram-negatif. Peningkatan resistensi *cephalosporin* pada *K. pneumoniae* yang diamati konsisten dengan peningkatan global *K. pneumoniae* penghasil ESBL yang didokumentasikan di seluruh sistem perawatan kesehatan. Tinjauan sistematis tentang prevalensi *K. pneumoniae* penghasil ESBL di Asia Tenggara (Salawudeen dkk., 2023) melaporkan prevalensi gabungan sebesar 27%, yang kurang lebih selaras dengan hasil penelitian ini. Meningkatnya beban *K. pneumoniae* di rumah sakit sesuai dengan peristiwa ESKAPE seperti temuan (Woh and Zhang 2025) dimana prevalensi dan resistensi *K. pneumoniae* meningkat di seluruh dataset infeksi yang didapat di rumah sakit di seluruh dunia.

Secara umum bakteri dapat memperoleh resistensi antimikroba melalui dua cara yaitu dengan cara mutasi spontan yang mengubah target antibiotik, seperti porin, atau ekspresi pompa efluks, diikuti oleh seleksi di bawah paparan antibiotik, atau melalui transfer gen horizontal dari bakteri lain. Transfer horizontal terjadi melalui konjugasi, di mana plasmid yang membawa satu atau lebih gen resistensi berpindah langsung antar sel; transformasi, di mana bakteri mengambil DNA bebas; dan transduksi, di mana bakteriofag mentransfer DNA bakteri yang mengandung resistensi. Vesikel membran luar dapat menyediakan jalur pertukaran DNA tambahan, sementara transposon, sekuens insersi, dan integron mengatur ulang dan memobilisasi gen resistensi antara kromosom dan plasmid. (Pruntova, Russaleyev, and Shadrova 2022; Wachino 2025).

C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang dapat diperbaiki oleh peneliti di masa mendatang. Pertama, sampel yang digunakan untuk penelitian ini hanya dikumpulkan dari satu rumah sakit pemerintah; sehingga jumlah data untuk spesies bakteri tertentu terbatas dan rentan terhadap bias. Keterbatasan lain dari penelitian ini adalah bahwa hasilnya hanya dianalisis secara deskriptif dan belum dianalisis secara statistik. Terakhir, hasil penelitian ini terbatas pada keluaran kategorikal dari instrumen identifikasi sampel dan pengujian sensitivitas karenanya tidak mencakup *biodata* pribadi seperti usia, jenis kelamin, dan lain lain.