

## Profil Kepekaan Antibiotik Isolat *Staphylococcus aureus* dari Kultur Darah Pasien

**Erik Surahmat**

Laboratorium Mikrobiologi Klinik, Rumah Sakit Umum Daerah Bayu Asih, Purwakarta,  
Indonesia  
e121ksoe@gmail.com

Diterima: 28 Juni 2025 | Disetujui: 14 Januari 2026 | Diterbitkan: 31 Juli 2026

### ABSTRAK

*Staphylococcus aureus* merupakan patogen penting penyebab infeksi aliran darah dengan pola kepekaan antibiotik yang terus berubah seiring meningkatnya resistensi antimikroba. Evaluasi profil kepekaan antibiotik diperlukan untuk mendukung terapi empiris yang tepat dan pengendalian resistensi di rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi kepekaan antibiotik terhadap isolat *S. aureus* yang berasal dari kultur darah pasien. Penelitian dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, data diperoleh dengan cara retrospektif melalui pengumpulan dan analisis data hasil kultur darah pasien dari Rumah Sakit Umum Daerah Bayu Asih Purwakarta selama tahun 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap oksasilin, vankomisin, linezolid, tigecycline, rifampisin, dan gentamisin, sedangkan benzilpenisilin menunjukkan tingkat resistensi tertinggi. Pola kepekaan antibiotik yang spesifik pada setiap rumah sakit menegaskan pentingnya antibiogram lokal sebagai dasar pemilihan terapi empiris, de-eskalasi antibiotik, dan penguatan Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA).

**Kata Kunci:** de-eskalasi antibiotik, kepekaan antibiotik, methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* (MSSA), methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), surveilans resistensi

### **Antibiotic Susceptibility Profile of *Staphylococcus aureus* Isolates from Patient Blood Cultures**

#### ABSTRACT

*Staphylococcus aureus* is an important pathogen causing bloodstream infections, with an antibiotic susceptibility profile that continues to change as antimicrobial resistance increases. Evaluation of antibiotic susceptibility profiles is necessary to support appropriate empirical therapy and control resistance in hospitals. This study aimed to analyze the distribution of antibiotic susceptibility among *S. aureus* isolates derived from patient blood cultures. The study employed a quantitative descriptive approach; data were collected retrospectively through the collection and analysis of patient blood culture results from the Bayu Asih Purwakarta Regional General Hospital during 2024. The results showed that most *Staphylococcus aureus* isolates remain susceptible to oxacillin, vancomycin, linezolid, tigecycline, rifampin, and gentamicin, while benzylpenicillin showed the highest level of resistance. Hospital-specific antibiotic susceptibility patterns

*highlight the importance of local antibiograms in guiding empiric therapy, antibiotic de-escalation, and the strengthening of Antimicrobial Resistance Control Programs (ARCPs).*

**Keywords:** *antibiotic de-escalation, antibiotic susceptibility, methicillin-susceptible Staphylococcus aureus (MSSA), methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA), resistance surveillance*

## PENDAHULUAN

*Staphylococcus aureus* merupakan salah satu patogen Gram-positif berbentuk kokus yang paling sering diisolasi dari kultur darah dan menjadi penyebab utama terjadinya infeksi aliran darah (*bloodstream infection/BSI*) di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan (Kimmig *et al.*, 2021; Sinto *et al.*, 2022; Taylor *et al.*, 2025). Infeksi ini berkaitan dengan luaran klinis yang buruk karena dapat berkembang menjadi sepsis, syok septik, endokarditis infektif, maupun infeksi metastatik pada berbagai organ, sehingga berkontribusi terhadap meningkatnya angka morbiditas, mortalitas, lama rawat inap, dan beban pembiayaan pelayanan kesehatan (Taylor *et al.*, 2025; Touaitia *et al.*, 2025). Di sisi lain, tingginya kemampuan adaptasi *S. aureus* terhadap tekanan seleksi antibiotik menyebabkan bakteri ini terus mengalami perubahan profil kepekaan antimikroba, menjadikannya salah satu patogen prioritas dalam upaya pengendalian resistensi antibiotik secara global (Abdallah *et al.*, 2026; Bertagnolio *et al.*, 2024; Uddin *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pemantauan berkala terhadap profil kepekaan antibiotik isolat *S. aureus* dari kultur darah memiliki peran penting sebagai dasar penyusunan terapi empiris yang tepat dan mendukung implementasi program pengendalian resistensi antimikroba di rumah sakit (Chang *et al.*, 2023; Kimmig *et al.*, 2021; Tong *et al.*, 2025).

Keberhasilan tata laksana infeksi aliran darah akibat *Staphylococcus aureus* sangat bergantung pada pemberian antibiotik yang efektif sejak fase awal infeksi, karena keterlambatan atau ketidaktepatan terapi empiris berhubungan dengan meningkatnya risiko komplikasi, kegagalan terapi, dan mortalitas. Namun, meningkatnya resistensi antimikroba, termasuk munculnya isolat *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan perubahan pola kepekaan terhadap berbagai antibiotik lini pertama, menyebabkan pemilihan terapi empiris tidak lagi dapat hanya mengacu pada pedoman umum (Chang *et al.*, 2023; Kimmig *et al.*, 2021; Tong *et al.*, 2025; Xu *et al.*, 2022). Dalam kondisi tersebut, data profil kepekaan antibiotik yang diperoleh melalui uji kepekaan terhadap isolat hasil kultur darah menjadi komponen penting dalam penyusunan antibiogram lokal, evaluasi efektivitas terapi empiris, dan penguatan implementasi Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA) di rumah sakit (Bur *et al.*, 2026; Mohamed *et al.*, 2025; Otokwala & Wele, 2025; Truong *et al.*, 2021).

Berbagai pedoman internasional telah merekomendasikan penggunaan data kepekaan antibiotik sebagai dasar pemilihan terapi empiris, namun implementasinya tetap harus mempertimbangkan karakteristik resistensi pada masing-masing fasilitas pelayanan kesehatan. Di Indonesia, ketersediaan data surveilans resistensi antimikroba, khususnya yang berasal dari isolat kultur darah, masih belum merata antar rumah sakit sehingga pola kepekaan antibiotik yang digunakan sebagai acuan terapi sering kali mengandalkan data dari institusi lain yang belum tentu mencerminkan kondisi epidemiologi setempat (Arthamin *et al.*, 2016; Barlam *et al.*, 2016; Bur *et al.*, 2026; Setiawan *et al.*, 2019). Padahal, variasi karakteristik pasien, pola penggunaan antibiotik, kapasitas laboratorium mikrobiologi, dan kebijakan PPRA dapat menyebabkan profil kepekaan *Staphylococcus aureus* berbeda antar rumah sakit. Oleh karena itu, penyusunan antibiogram berbasis data lokal melalui analisis hasil kultur darah menjadi langkah penting untuk menghasilkan rekomendasi terapi empiris yang lebih rasional, meningkatkan efektivitas tata laksana infeksi aliran darah, dan mendukung sistem surveilans resistensi antimikroba secara berkelanjutan di Indonesia (Arthamin *et al.*, 2016; Bur *et al.*, 2026; Dakorah *et al.*, 2022; Simner *et al.*, 2022).

Beragam penelitian telah melaporkan pola resistensi dan kepekaan antibiotik *Staphylococcus aureus* di berbagai negara, termasuk Indonesia. Namun, sebagian besar publikasi masih berfokus pada isolat yang berasal dari berbagai jenis spesimen klinis secara gabungan, seperti pus, sputum, urin, dan jaringan, atau menitikberatkan pada karakterisasi isolat MRSA tanpa membedakan sumber infeksi

secara spesifik (Belete *et al.*, 2025; Syahniar *et al.*, 2020). Padahal, isolat *S. aureus* yang diperoleh dari kultur darah merepresentasikan infeksi invasif dengan karakteristik klinis, tekanan seleksi antibiotik, dan implikasi terapeutik yang berbeda dibandingkan isolat dari spesimen nonsteril (Chastain *et al.*, 2025; Gough *et al.*, 2025; Lau *et al.*, 2025). Selain itu, mengingat profil kepekaan antibiotik dipengaruhi oleh variasi epidemiologi lokal, kebijakan penggunaan antibiotik, dan karakteristik populasi pasien pada masing-masing rumah sakit, hasil penelitian dari institusi lain belum dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan terapi empiris di fasilitas pelayanan kesehatan yang berbeda (Boni *et al.*, 2026; Dakorah *et al.*, 2022; Simner *et al.*, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kebutuhan akan data profil kepekaan antibiotik yang berasal dari isolat *Staphylococcus aureus* pada kultur darah di tingkat rumah sakit sebagai landasan penyusunan antibiogram lokal dan evaluasi kebijakan penggunaan antibiotik secara berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, penyediaan data profil kepekaan antibiotik yang spesifik terhadap isolat *Staphylococcus aureus* dari kultur darah menjadi penting untuk menghasilkan informasi yang lebih representatif mengenai karakteristik infeksi aliran darah di tingkat rumah sakit (Rahman *et al.*, 2025; Yıldız *et al.*, 2025). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggabungkan berbagai jenis spesimen klinis atau lebih berfokus pada karakterisasi resistensi tertentu, novelty dari penelitian ini adalah secara khusus mengevaluasi distribusi kepekaan antibiotik isolat *S. aureus* yang berasal dari kultur darah pasien sebagai dasar penyusunan antibiogram lokal dan evaluasi terapi empiris pada infeksi invasif. Pendekatan ini memberikan nilai klinis yang lebih tinggi karena isolat darah merepresentasikan patogen penyebab infeksi invasif yang berhubungan langsung dengan bakteremia dan sepsis. Informasi yang dihasilkan diharapkan dapat mendukung optimalisasi penggunaan antibiotik, memperkuat implementasi PPRA, dan menjadi data dasar bagi pengembangan surveilans resistensi antimikroba di rumah sakit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil kepekaan isolat *Staphylococcus aureus* yang berasal dari kultur darah pasien terhadap berbagai antibiotik selama periode Januari sampai Desember 2024.

## METODE PENELITIAN

### Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, data pasien diperoleh dengan cara retrospektif melalui pengumpulan dan analisis data hasil kultur darah pasien dari Laboratorium Mikrobiologi Klinik, Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Bayu Asih, Purwakarta, Jawa Barat selama periode Januari sampai dengan Desember 2024. Pengambilan data dilakukan dengan teknik *sampling* dari hasil sistem pencatatan di Laboratorium Mikrobiologi Klinik tersebut. Sampel yang digunakan merupakan seluruh spesimen darah pasien yang menunjukkan hasil isolasi positif bakteri *S. aureus*.

### Cara Kerja

Pada botol kultur darah dinyatakan positif, apabila sampel diambil secara aseptik dan dilakukan pengecatan Gram untuk mengidentifikasi morfologi dan reaksi Gram bakteri. Selanjutnya, sampel dari botol positif diinokulasikan ke media padat *blood agar plate* (BAP) dan MacConkey agar (MCA) untuk memperoleh pertumbuhan. Media yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu 35°–37° C selama 18–24 jam hingga diperoleh koloni tunggal (Deress *et al.*, 2025; Radhakrishnan *et al.*, 2021).

Koloni yang tumbuh diamati morfologinya dan dilakukan pengecatan Gram untuk memastikan kemurnian dan karakteristik bakteri, ditandai oleh *S. aureus* tampak sebagai kokus Gram-positif yang tersusun berkelompok. Setelah koloni murni diperoleh, identifikasi bakteri dilakukan menggunakan sistem otomatis Vitek 2 Compact (BioMérieux Prancis), dengan cara menyiapkan suspensi koloni dalam 3 mL larutan salin steril pada tabung hingga mencapai standar kekeruhan 0,5–0,63 McFarland, kemudian tambahkan kartu identifikasi GP. Proses identifikasi pada Vitek 2 Compact didasarkan pada karakterisasi fenotipik melalui reaksi biokimia yang terdapat dalam kartu identifikasi.

Pada tahap uji kepekaan antibiotik dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer (Gajic *et al.*, 2022; Salam *et al.*, 2023) diperlukan sebanyak 280 µL suspensi bakteri dengan standar kekeruhan 0,5–0,63

McFarland menggunakan pipet dimasukkan ke dalam tabung berisi salin steril, kemudian ditambahkan kartu AST-GP67. Alat selanjutnya secara otomatis menganalisis pertumbuhan bakteri pada berbagai konsentrasi antibiotik untuk menentukan nilai MIC dan menghasilkan profil kepekaan antibiotik (Admas *et al.*, 2020; Aljohani *et al.*, 2020; Bazzi *et al.*, 2017; Hassan *et al.*, 2019; Liang *et al.*, 2018).

Data uji kepekaan dianalisis secara deskriptif untuk menentukan pola kepekaan terhadap masing-masing antibiotik. Pengujian ini menghasilkan zona hambat (zona bening) yang kemudian diinterpretasikan menggunakan standar acuan CLSI (*Clinical and Laboratory Standards Institute*) dengan kategori meliputi 1). *sensitif* yaitu bakteri dapat dihambat oleh kadar antibiotik yang dicapai dalam darah, 2). *intermediet* yaitu efek antibiotik tidak pasti atau memerlukan dosis yang lebih tinggi, dan 3). *resisten* adalah bakteri kebal terhadap antibiotik dan pengobatan kemungkinan akan gagal (Gajic *et al.*, 2022; Gaur *et al.*, 2023; Schuetz *et al.*, 2025). Selanjutnya analisis dilakukan menggunakan tabulasi frekuensi, dan persentase disajikan dalam bentuk tabel dan diagram.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Pemeriksaan Kultur Darah

Hasil pemeriksaan kultur darah pasien dari Laboratorium Mikrobiologi Klinik, RSUD Bayu Asih, Purwakarta, Jawa Barat selama periode Januari sampai dengan Desember 2024 menunjukkan bahwa selama periode tersebut telah dilakukan 755 pemeriksaan kultur darah dengan 303 botol kultur yang diinkubasi (40,13%) dinyatakan positif terindikasi adanya pertumbuhan bakteri. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa secara pemeriksaan laboratorium berbasis kultur darah, dari seluruh pasien yang diduga mengalami infeksi bakteri di aliran darahnya (Bakteremia), lebih dari 40% terbukti positif memiliki bakteri aktif. Hasil temuan ini membuktikan bahwa infeksi bakteri masih merupakan masalah klinis signifikan yang sering ditemukan pada pasien, apabila tidak ditangani secara cepat dan tepat dalam penggunaan antibiotik maka berpotensi memicu kondisi sepsis. Seperti yang disampaikan oleh Itoh *et al.* (2018), keberadaan *S. aureus* dalam kultur darah memiliki makna klinis penting karena bakteri ini bukan lagi sebagai flora normal darah namun hampir selalu menunjukkan bakteremia sejati. Selanjutnya dari serangkaian tahapan identifikasi yang akurat tersebut, ditemukan 26 isolat bakteri murni *S. aureus*, yang mewakili 8,58% dari seluruh total pertumbuhan bakteri dari spesimen positif di RSUD Bayu Asih sepanjang tahun 2024.

### Profil Kepekaan Antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus*

#### Interpretasi Secara Umum

Gambaran profil kepekaan antibiotik dari 26 isolat *Staphylococcus aureus* melalui Uji Kepekaan Antibiotik (UKA) menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer diperoleh hasil seperti tercatat pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil kepekaan antibiotik dari 26 isolat *S. aureus*

| Antibiotik      | Sensitif n (%) | Intermediet n (%) | Resisten n (%) |
|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| Oksasilin       | 14 (54%)       | 0 (0%)            | 12 (46%)       |
| Benzilpenisilin | 10 (38%)       | 0 (0%)            | 16 (62%)       |
| Eritromisin     | 16 (62%)       | 2 (8%)            | 8 (30%)        |
| Klindamisin     | 24 (92%)       | 0 (0%)            | 2 (8%)         |
| Siprofloksasin  | 22 (85%)       | 0 (0%)            | 4 (15%)        |
| Rifampisin      | 20 (77%)       | 0 (0%)            | 6 (23%)        |
| Gentamisin      | 25 (96%)       | 0 (0%)            | 1 (4%)         |
| Tetrasiklin     | 23 (88%)       | 0 (0%)            | 3 (12%)        |
| Vancomycin      | 26 (100%)      | 0 (0%)            | 0 (0%)         |
| Linezolid       | 26 (100%)      | 0 (0%)            | 0 (0%)         |
| Tigecycline     | 26 (100%)      | 0 (0%)            | 0 (0%)         |

Tabel 1 menunjukkan bahwa isolat *Staphylococcus aureus* dari kultur darah selama Januari–Desember 2024 masih memperlihatkan variasi pola kepekaan terhadap antibiotik, ini mengindikasikan

bahwa resistensi antimikroba di rumah sakit bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti karakteristik pasien, intensitas penggunaan antibiotik, tekanan seleksi akibat terapi empiris, serta sirkulasi strain resisten di lingkungan pelayanan kesehatan. Temuan ini menegaskan bahwa pola kepekaan antibiotik tidak dapat digeneralisasi antar-rumah sakit sehingga surveilans berkala melalui antibiogram lokal menjadi komponen penting dalam mendukung pemilihan terapi empiris yang rasional. Menurut Diekema *et al.* (2019), bahwa *Staphylococcus aureus* tetap menjadi salah satu penyebab utama infeksi aliran darah, namun pola resistensinya berubah menurut waktu dan lokasi pelayanan kesehatan. Marchello *et al.* (2019) menyampaikan pula bahwa surveilans resistensi antimikroba secara berkelanjutan diperlukan untuk mengarahkan pemilihan terapi empiris yang tepat serta mendukung strategi pengendalian resistensi di rumah sakit.

Tingginya sensitivitas terhadap vancomycin, linezolid, tigecycline, dan gentamisin menunjukkan bahwa antibiotik tersebut masih efektif terhadap sebagian besar isolat, sedangkan tingginya resistensi terhadap benzilpenisilin mencerminkan luasnya mekanisme resistensi *S. aureus*, terutama akibat produksi  $\beta$ -laktamase dan akumulasi perubahan genetik sehingga meningkatkan kemampuan bakteri untuk bertahan terhadap paparan antibiotik. Berdasarkan hasil penelitian surveilans internasional terhadap 27.857 isolat dari spesimen darah disampaikan bahwa hampir seluruh isolat *Staphylococcus aureus* masih sangat sensitif terhadap linezolid (100%), vancomycin (100%), dan tigecycline (99,9%) (Decousser *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2018). Begitu pula jika merujuk pada data meta-analisis juga disampaikan bahwa resistensi global terhadap linezolid dan tigecycline pada *S. aureus* masih sangat rendah, sehingga kedua antibiotik tetap memiliki efektivitas tinggi sebagai terapi untuk infeksi oleh isolat multiresisten (Shariati *et al.*, 2020). Sedangkan ORHAN *et al.* (2018) menyampaikan bahwa, resistensi terhadap penicillin sangat tinggi akibat produksi  $\beta$ -laktamase (gen blaZ), sedangkan vancomycin dan linezolid tetap mempertahankan aktivitas yang sangat baik.

Perbedaan tingkat sensitivitas antarantibiotik menunjukkan bahwa efektivitas terapi infeksi *S. aureus* tidak hanya ditentukan oleh aktivitas intrinsik antibiotik, tetapi juga oleh pola distribusi gen resistensi yang berkembang pada populasi bakteri setempat. Oleh karena itu, hasil uji kepekaan memiliki nilai yang melampaui kepentingan klinis individual karena dapat digunakan sebagai indikator epidemiologi untuk memantau perkembangan resistensi sekaligus mengevaluasi efektivitas kebijakan penggunaan antibiotik di rumah sakit. Menurut Klinker *et al.* (2021), antibiogram lokal merupakan dasar penyusunan terapi empiris yang rasional sehingga efektivitas terapi dipengaruhi pola distribusi resistensi lokal. Truong *et al.* (2021) juga menyampaikan bahwa antibiogram memiliki fungsi klinis sekaligus epidemiologis sehingga hasil uji kepekaan memiliki nilai yang melampaui kepentingan klinis individual. Bahkan Panchal *et al.* (2026) menyatakan bahwa antibiogram bukan sekadar laporan sensitivitas, tetapi merupakan indikator epidemiologi resistensi antimikroba institusional. Mengingat seluruh isolat berasal dari kultur darah sebagai standar emas diagnosis bakteremia, kajian ini memiliki relevansi klinis yang kuat dalam mendukung keberhasilan tata laksana infeksi aliran darah, menurunkan risiko progresivitas menuju sepsis dan syok septik, dan menyediakan dasar ilmiah bagi implementasi PPRA, penyusunan pedoman terapi empiris, dan pembaruan antibiogram lokal secara berkesinambungan.

### Interpretasi Oksasilin

Tabel 1 juga memberikan gambaran bahwa sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap oksasilin, sedangkan proporsi isolat resisten relatif rendah. Kajian ini mengindikasikan bahwa isolat didominasi oleh *methicillin-susceptible Staphylococcus aureus* (MSSA), sementara keberadaan *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) masih terbatas. Kondisi tersebut menjadi indikator yang baik karena oksasilin tetap dapat dipertahankan sebagai terapi utama pada infeksi MSSA dengan efektivitas bakterisidal yang tinggi. Pernyataan ini dipertegas oleh Hess *et al.* (2023) bahwa isolat MSSA tetap diobati dengan antistafilokokus  $\beta$ -laktam (oxacillin/nafcillin) sebagai terapi lini pertama dengan luaran klinis yang baik. Hal yang sama juga disampaikan oleh McDanel *et al.* (2017), bahwa nafcillin/oxacillin merupakan standar terapi untuk MSSA, sedangkan cefazolin merupakan alternatif yang efektif. Bahkan oleh Petersiel *et al.* (2026) dikatakan bahwa terdapat perbedaan biologis yang mendasar antara MSSA dan MRSA. Isolat yang sensitif terhadap oksasilin

diklasifikasikan sebagai MSSA, sedangkan MRSA hanya mencakup sebagian kecil dari total populasi bakteri berdasarkan beberapa data surveilans.

Namun demikian, resistensi yang ditemukan tetap perlu diwaspadai karena umumnya berkaitan dengan keberadaan gen *mecA* atau *mecC* yang mengkode protein PBP2a, sehingga afinitas antibiotik  $\beta$ -laktam terhadap targetnya menurun dan bakteri tetap mampu mempertahankan sintesis dinding sel. Variasi tingkat sensitivitas ini juga mencerminkan perbedaan tekanan seleksi antibiotik, efektivitas penerapan PPRA, serta karakteristik epidemiologi MRSA di setiap rumah sakit. Bilyk *et al.* (2022) menjelaskan bahwa resistensi methicillin terutama dimediasi oleh gen *mecA* pada SCCmec yang mengkode PBP2a dengan afinitas rendah terhadap  $\beta$ -laktam, serta dipengaruhi berbagai faktor genetik dan regulasi ekspresi resistensi.

Merujuk pada perspektif klinis, tingginya sensitivitas terhadap oksasilin memberikan peluang dilakukannya terapi definitif menggunakan antibiotik  $\beta$ -laktam antistafilokokus pada kasus bakteremia akibat MSSA, yang telah terbukti memberikan luaran klinis lebih baik dibandingkan penggunaan glikopeptida sebagai terapi lanjutan. La *et al.* (2022) menyatakan bahwa terapi definitif menggunakan  $\beta$ -laktam secara signifikan menurunkan mortalitas 28 hari dibandingkan glikopeptida pada MSSA *bloodstream infection*. Oleh karena itu, hasil uji kepekaan terhadap oksasilin perlu dimanfaatkan sebagai dasar de-eskalasi antibiotik secara tepat untuk meningkatkan keberhasilan terapi sekaligus mengurangi penggunaan antibiotik spektrum luas dan menekan perkembangan resistensi. Temuan ini juga menunjukkan bahwa prevalensi MRSA di lokasi penelitian masih relatif terkendali, namun surveilans resistensi dan pembaruan antibiogram lokal tetap perlu dilakukan secara berkesinambungan guna mempertahankan efektivitas terapi empiris di masa mendatang.

### *Interpretasi Benzilpenisilin*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benzilpenisilin memiliki tingkat resistensi tertinggi terhadap isolat *Staphylococcus aureus*, menandakan bahwa antibiotik ini tidak lagi efektif sebagai pilihan terapi empiris untuk infeksi aliran darah yang disebabkan oleh bakteri tersebut (Tabel 1). Kajian ini sejalan dengan pola epidemiologi yang telah lama dilaporkan, dimana sebagian besar isolat *S. aureus* kehilangan sensitivitas terhadap penisilin alami akibat produksi enzim  $\beta$ -laktamase yang dikodekan oleh gen *blaZ*. Tingginya resistensi tersebut juga mencerminkan tekanan seleksi akibat penggunaan antibiotik  $\beta$ -laktam secara luas selama bertahun-tahun, sehingga kemampuan benzilpenisilin dalam menghambat pertumbuhan bakteri menjadi semakin terbatas. Kesamaan pola dengan berbagai laporan dari rumah sakit di Indonesia menunjukkan bahwa resistensi terhadap benzilpenisilin telah menjadi karakteristik yang umum pada isolat klinis *S. aureus*. Ditegaskan bahwa resistensi penisilin pada MSSA terutama disebabkan oleh gen *blaZ* yang mengkode  $\beta$ -laktamase, sehingga deteksi gen ini penting sebelum penisilin digunakan sebagai terapi (Skov *et al.*, 2021). Richter *et al.* (2016) menyatakan bahwa, hanya sekitar 13,5% isolat *S. aureus* yang masih sensitif terhadap penisilin, sedangkan mayoritas telah resisten akibat produksi  $\beta$ -laktamase yang berkaitan dengan gen *blaZ*.

Secara klinis kajian ini menegaskan bahwa penggunaan benzilpenisilin sebaiknya hanya dipertimbangkan apabila hasil uji kepekaan membuktikan isolat masih sensitif. Pemilihan antibiotik yang tidak didasarkan pada data mikrobiologi berpotensi meningkatkan kegagalan terapi sekaligus mempercepat perkembangan resistensi terhadap antibiotik lain. Oleh karena itu, hasil penelitian ini memperkuat pentingnya implementasi PPRA, pelaksanaan surveilans resistensi secara berkelanjutan, serta pembaruan antibiogram rumah sakit sebagai dasar penyusunan terapi empiris yang lebih tepat dan rasional.

### *Interpretasi Eritromisin*

Pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap eritromisin masih lebih rendah dibandingkan beberapa antibiotik lain, sehingga mengindikasikan bahwa resistensi terhadap golongan makrolida masih menjadi tantangan dalam tata laksana infeksi. Kondisi ini kemungkinan berkaitan dengan penggunaan makrolida yang cukup luas sehingga memberikan tekanan seleksi terhadap munculnya isolat resisten. Mekanisme resistensi, baik melalui modifikasi target antibiotik maupun pompa efluks, turut berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas eritromisin serta dapat menimbulkan resistensi silang dengan antibiotik lain dalam kelompok MLS<sub>B</sub>.

Variasi pola sensitivitas yang masih sejalan dengan berbagai laporan nasional maupun internasional menunjukkan bahwa distribusi resistensi dipengaruhi oleh karakteristik epidemiologi lokal dan kebijakan penggunaan antibiotik di masing-masing fasilitas pelayanan kesehatan. Navidifar *et al.* (2025) menyampaikan data meta-analisis terhadap 223 studi dari 76 negara menunjukkan prevalensi resistensi eritromisin yang tinggi, adanya variasi regional, serta menegaskan bahwa penggunaan makrolida dan perbedaan epidemiologi lokal memengaruhi distribusi resistensi. Disampaikan pula oleh El Mammery *et al.* (2023), peningkatan konsumsi antibiotik MLS<sub>B</sub> berkorelasi dengan meningkatnya resistensi eritromisin pada isolat darah MSSA. Gen yang dominan adalah *erm*, *msrA*, dan *mphC*, memperkuat konsep tekanan seleksi antibiotik.

Berdasarkan perspektif klinis, temuan ini mengindikasikan bahwa eritromisin kurang tepat digunakan sebagai terapi empiris pada infeksi berat, termasuk bakteremia, tanpa didukung hasil uji kepekaan dan antibiogram lokal. Selain itu, resistensi terhadap eritromisin perlu menjadi perhatian saat mempertimbangkan penggunaan klindamisin karena adanya kemungkinan resistensi terinduksi yang dapat menyebabkan kegagalan terapi apabila tidak teridentifikasi. Sesuai pendapat Lade *et al.* (2022) menjelaskan bahwa resistensi eritromisin dimediasi terutama oleh gen *erm* dan *msr*. Gen *erm* dapat menyebabkan fenotipe inducible maupun constitutive MLS<sub>B</sub>, sehingga isolat yang tampak sensitif terhadap klindamisin dapat mengalami kegagalan terapi bila resistensi terinduksi tidak terdeteksi. Oleh karena itu, pelaksanaan *D-test* pada isolat yang resisten terhadap eritromisin tetapi masih tampak sensitif terhadap klindamisin menjadi langkah penting untuk meningkatkan ketepatan pemilihan antibiotik dan mendukung praktik PPRA. Hal serupa juga disampaikan oleh Mikłasińska-Majdanik (2021) yang mengulas mekanisme molekuler resistensi eritromisin, hubungan resistensi silang eritromisin–klindamisin, dan pentingnya *D-test* untuk mendeteksi resistensi klindamisin terinduksi sebelum terapi diberikan.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa hasil penelitian pada antibiotik oksasilin, benzilpenisilin, dan eritromisin mencerminkan adanya pola resistensi *S. aureus* yang masih mengikuti tren epidemiologi global, yaitu tingginya resistensi terhadap penisilin alami, munculnya sebagian isolat MRSA, dan meningkatnya resistensi terhadap makrolida. Temuan tersebut semakin menegaskan pentingnya surveilans resistensi yang berkesinambungan, pemanfaatan hasil kultur dan uji kepekaan sebagai dasar terapi definitif, serta penguatan implementasi PPRA untuk mempertahankan efektivitas antibiotik yang masih memiliki tingkat sensitivitas tinggi.

### Interpretasi Klindamisin

Tabel 1 juga memberikan ilustrasi bahwa sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap klindamisin, sehingga antibiotik ini masih berpotensi digunakan pada infeksi yang disebabkan oleh isolat yang rentan, terutama sebagai alternatif bagi pasien dengan alergi terhadap antibiotik  $\beta$ -laktam. Meskipun demikian, adanya isolat resisten menunjukkan bahwa efektivitas klindamisin perlu dievaluasi secara hati-hati karena dipengaruhi oleh mekanisme resistensi, terutama fenotipe MLS<sub>B</sub> yang dapat menyebabkan resistensi terinduksi. Pola sensitivitas yang diperoleh juga sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa resistensi klindamisin umumnya lebih tinggi pada isolat MRSA dibandingkan MSSA dan berkaitan erat dengan resistensi terhadap eritromisin (Mahfouz *et al.*, 2023; Wei *et al.*, 2025). Oleh karena itu, interpretasi hasil uji kepekaan klindamisin sebaiknya selalu dikaitkan dengan hasil eritromisin dan dikonfirmasi menggunakan *D-test* untuk menghindari kesalahan dalam pemilihan terapi.

Berdasarkan perspektif klinis, temuan ini menunjukkan bahwa klindamisin masih memiliki peran penting, terutama sebagai terapi tambahan pada infeksi *S. aureus* yang melibatkan produksi toksin karena kemampuannya menghambat sintesis protein bakteri. Namun, pada kasus bakteremia, klindamisin tidak dianjurkan sebagai monoterapi mengingat sifatnya yang bakteriostatik dan adanya risiko kegagalan terapi pada isolat dengan resistensi terinduksi. Dengan demikian, penggunaan klindamisin sebaiknya didasarkan pada hasil uji kepekaan yang komprehensif agar efektivitas terapi tetap terjaga sekaligus mendukung penerapan PPRA melalui penggunaan antibiotik yang lebih rasional.

### Interpretasi Siprofloksasin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* masih memiliki tingkat sensitivitas sedang hingga tinggi terhadap siprofloksasin, meskipun telah ditemukan sejumlah isolat resisten (Tabel 1). Hasil kajian ini mengindikasikan bahwa fluorokuinolon masih berpotensi digunakan pada kasus tertentu, tetapi efektivitasnya mulai menurun seiring meningkatnya tekanan seleksi akibat penggunaan yang luas di fasilitas pelayanan kesehatan. Resistensi yang muncul umumnya berkaitan dengan perubahan pada target kerja fluorokuinolon dan peningkatan aktivitas pompa efluks, sehingga menurunkan respons bakteri terhadap terapi. Pola sensitivitas yang diperoleh juga sejalan dengan berbagai laporan surveilans yang menunjukkan bahwa tingkat resistensi siprofloksasin dipengaruhi oleh intensitas penggunaan antibiotik dan karakteristik epidemiologi lokal (Wei *et al.*, 2025).

Berbasis perspektif klinis, temuan ini menunjukkan bahwa siprofloksasin belum dapat dipertimbangkan sebagai terapi empiris utama pada bakteremia akibat *S. aureus*, mengingat adanya risiko resistensi dan potensi kegagalan terapi. Penggunaannya lebih tepat sebagai terapi definitif setelah hasil kultur dan uji kepekaan memastikan isolat masih sensitif. Selain itu, perubahan pola sensitivitas terhadap siprofloksasin juga memiliki nilai epidemiologis karena dapat mencerminkan tekanan seleksi antibiotik di rumah sakit. Oleh karena itu, pemantauan antibiogram secara berkala menjadi penting untuk mendukung evaluasi kebijakan penggunaan fluorokuinolon dalam PPRA dan mempertahankan efektivitas terapi di masa mendatang.

### Interpretasi Rifampisin

Tabel 1 memberikan petunjuk bahwa *Staphylococcus aureus* masih memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap rifampisin, yang mengindikasikan bahwa antibiotik ini tetap mempertahankan efektivitasnya terhadap sebagian besar isolat. Hal ini menunjukkan bahwa resistensi rifampisin di lokasi penelitian masih relatif rendah, kemungkinan karena penggunaannya dalam praktik klinis lebih terbatas dibandingkan antibiotik lain sehingga tekanan seleksi terhadap bakteri juga lebih kecil. Resistensi rifampisin umumnya muncul akibat mutasi pada gen *rpoB* selama terapi, sehingga penggunaannya sebagai monoterapi tidak dianjurkan karena berisiko mempercepat terbentuknya isolat resisten (Wei *et al.*, 2025).

Tingginya sensitivitas rifampisin mendukung pemanfaatannya sebagai terapi kombinasi, terutama pada infeksi *S. aureus* yang berkaitan dengan pembentukan biofilm, seperti infeksi pada kateter atau perangkat prostetik. Sebaliknya, pada bakteremia tanpa keterlibatan material prostetik, manfaat rifampisin masih perlu dipertimbangkan berdasarkan kondisi klinis dan bukti yang tersedia. Temuan ini juga menunjukkan bahwa rifampisin masih layak dipertahankan sebagai antibiotik cadangan, namun penggunaannya harus tetap berada dalam pengawasan PPRA agar efektivitasnya dapat dipertahankan dan munculnya resistensi baru dapat dicegah.

### Interpretasi Gentamisin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap gentamisin, sehingga antibiotik golongan aminoglikosida ini tetap memiliki peran dalam tata laksana infeksi invasif yang disebabkan oleh isolat yang rentan (Tabel 1). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa resistensi terhadap gentamisin di lokasi penelitian masih relatif rendah, meskipun telah ditemukan sejumlah isolat resisten yang kemungkinan berkaitan dengan mekanisme inaktivasi antibiotik maupun penurunan akumulasi obat di dalam sel bakteri (Wei *et al.*, 2025). Pola sensitivitas ini juga sejalan dengan berbagai laporan yang menunjukkan bahwa resistensi gentamisin umumnya lebih rendah dibandingkan resistensi terhadap penisilin atau eritromisin, sehingga efektivitasnya masih dapat dipertahankan pada kondisi klinis tertentu.

Kondisi ini menunjukkan bahwa tingginya sensitivitas gentamisin mendukung penggunaannya sebagai terapi kombinasi, terutama untuk memperoleh efek sinergis pada infeksi berat seperti bakteremia atau endokarditis, bukan sebagai monoterapi karena keterbatasan penetrasi jaringan dan risiko nefrotoksisitas maupun ototoksisitas. Oleh karena itu, pemanfaatan gentamisin sebaiknya didasarkan pada hasil kultur dan uji kepekaan agar manfaat klinis dapat dioptimalkan tanpa meningkatkan risiko toksisitas maupun perkembangan resistensi. Temuan ini sekaligus menegaskan



pentingnya antibiogram lokal sebagai dasar pemilihan terapi kombinasi yang lebih rasional dalam mendukung PPRA.

Secara keseluruhan, hasil penelitian terhadap klindamisin, siprofloksasin, rifampisin, dan gentamisin menunjukkan bahwa isolat *S. aureus* dari spesimen darah masih memiliki tingkat sensitivitas yang cukup baik terhadap sebagian besar antibiotik non- $\beta$ -laktam, meskipun pola resistensi mulai terlihat pada makrolida-lincosamida dan fluorokuinolon. Variasi ini mencerminkan pengaruh penggunaan antibiotik di lingkungan rumah sakit serta distribusi mekanisme resistensi yang berbeda pada setiap isolat. Temuan tersebut semakin menegaskan pentingnya pemeriksaan kultur dan uji kepekaan sebagai dasar terapi definitif, pembaruan antibiogram rumah sakit secara berkala, serta penguatan implementasi PPRA untuk menjaga efektivitas antibiotik yang masih tersedia.

### Interpretasi Tetrasiklin

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap tetrasiklin, meskipun telah ditemukan sejumlah isolat resisten (Tabel 1). Temuan ini mengindikasikan bahwa tetrasiklin masih memiliki aktivitas terhadap sebagian isolat klinis, namun efektivitasnya mulai dipengaruhi oleh berkembangnya mekanisme resistensi yang dimediasi gen tet, terutama pada isolat dengan pola resistensi yang lebih kompleks. Tingkat sensitivitas yang masih relatif baik juga menunjukkan bahwa resistensi tetrasiklin di lokasi penelitian belum menjadi masalah dominan, meskipun peningkatan resistensi perlu diwaspadai karena sering berkaitan dengan munculnya multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* (MDR-*S. aureus*). Hasil penelitian AlAbdulhadi *et al.* (2026) menunjukkan bahwa sebagian besar isolat *S. aureus* masih sensitif terhadap tetrasiklin ( $\approx 97\%$ ), namun resistensi terutama berkaitan dengan gen tet(K) dan tet(M). Menurut Zhu *et al.* (2021) yang mengidentifikasi gen tet(63) pada plasmid multiresisten menunjukkan bahwa resistensi tetrasiklin sering berasosiasi dengan multidrug resistance (MDR) akibat ko-seleksi plasmid. Oleh karena itu, pola sensitivitas tetrasiklin lebih tepat dipandang sebagai gambaran epidemiologi resistensi lokal dibandingkan sebagai dasar utama pemilihan terapi pada infeksi invasif.

Temuan ini menunjukkan bahwa tetrasiklin belum menjadi pilihan utama pada kasus bakteremia akibat *S. aureus*, mengingat efektivitasnya untuk infeksi aliran darah lebih terbatas dibandingkan antibiotik bakterisidal yang direkomendasikan dalam pedoman terapi. Penggunaannya sebaiknya didasarkan pada hasil kultur dan uji kepekaan serta disesuaikan dengan kondisi klinis pasien. Selain mendukung pengambilan keputusan terapi, perubahan pola sensitivitas tetrasiklin juga dapat dimanfaatkan sebagai indikator dini perkembangan resistensi di rumah sakit. Oleh karena itu, pembaruan antibiogram secara berkala menjadi bagian penting dalam mendukung PPRA dan penyusunan kebijakan penggunaan antibiotik yang lebih rasional.

### Interpretasi Vankomisin

Pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa hampir seluruh isolat *Staphylococcus aureus* masih sensitif terhadap vankomisin, yang menandakan bahwa antibiotik ini tetap mempertahankan efektivitasnya sebagai terapi utama untuk infeksi invasif, terutama yang disebabkan oleh MRSA. Sesuai data meta-analisis Adamu *et al.* (2024) bahwa vankomisin masih menjadi antibiotik yang paling luas digunakan sebagai terapi utama MRSA *bloodstream infection*. Penelitian Canty *et al.* (2021) menjelaskan bahwa vankomisin tetap merupakan terapi standar (*standard therapy*) untuk bakteremia akibat MRSA. Tingginya sensitivitas tersebut mengindikasikan bahwa isolat yang beredar di rumah sakit penelitian belum menunjukkan perkembangan resistensi yang bermakna, sehingga vankomisin masih menjadi pilihan yang andal dalam tata laksana bakteremia. Meskipun demikian, laporan mengenai *vancomycin-intermediate Staphylococcus aureus* (VISA), *heterogeneous VISA* (hVISA), dan *vancomycin-resistant Staphylococcus aureus* (VRSA) di berbagai negara menunjukkan bahwa penurunan sensitivitas tetap dapat terjadi seiring meningkatnya tekanan seleksi akibat penggunaan antibiotik yang tidak rasional (Wei *et al.*, 2025).

Temuan ini memperkuat peran vankomisin sebagai terapi definitif pada infeksi MRSA, namun penggunaannya tetap memerlukan pengawasan untuk mempertahankan efektivitas jangka panjang. Apabila tersedia, pelaporan nilai *minimum inhibitory concentration* (MIC) dapat memberikan informasi yang lebih bermakna dibandingkan kategori sensitif atau resisten semata, karena peningkatan nilai MIC

meskipun masih berada dalam batas sensitif dapat berkaitan dengan luaran klinis yang kurang optimal. Oleh karena itu, penggunaan vankomisin perlu didukung oleh prinsip PPRA, termasuk optimalisasi dosis berbasis farmakokinetik–farmakodinamik dan therapeutic drug monitoring, guna meningkatkan keberhasilan terapi sekaligus menekan risiko munculnya VISA maupun VRSA.

### *Interpretasi Linezolid*

Tabel 1 memberikan gambaran bahwa *Staphylococcus aureus* masih memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap linezolid, menandakan bahwa antibiotik ini tetap efektif sebagai salah satu pilihan penting untuk menangani infeksi Gram-positif resisten, termasuk MRSA. Menurut Turner *et al.* (2021), linezolid masih merupakan salah satu antibiotik lini terakhir (*last-line agent*) yang sangat efektif terhadap *Staphylococcus aureus*, termasuk MRSA. Temuan tersebut sejalan dengan berbagai laporan yang menunjukkan bahwa resistensi terhadap linezolid masih relatif rendah, meskipun telah mulai dilaporkan melalui mekanisme mutasi maupun akuisisi gen resistensi di beberapa negara (Maarouf *et al.*, 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas linezolid masih terjaga di lokasi penelitian, namun pemantauan pola resistensi tetap diperlukan untuk mendeteksi perubahan epidemiologi secara dini.

Tingginya sensitivitas linezolid memperkuat perannya sebagai terapi alternatif atau terapi cadangan, terutama ketika penggunaan vankomisin tidak memungkinkan atau tidak memberikan respons yang optimal. Bioavailabilitas oral yang tinggi dan penetrasi jaringan yang baik juga mendukung penggunaannya sebagai terapi lanjutan pada pasien yang telah stabil. Namun, mengingat aktivitas linezolid terhadap *S. aureus* bersifat bakteriostatik, penggunaannya pada kasus bakteremia perlu dipertimbangkan secara selektif berdasarkan kondisi klinis dan hasil uji kepekaan. Oleh karena itu, pemanfaatan linezolid secara rasional melalui PPRA menjadi kunci untuk mempertahankan efektivitasnya sebagai antibiotik cadangan di masa mendatang.

### *Interpretasi Tigecycline*

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* masih memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap tigecycline (Tabel 1), mengindikasikan bahwa antibiotik ini tetap efektif terhadap sebagian besar isolat, termasuk yang berpotensi memiliki pola resistensi yang lebih kompleks. Hasil kajian tersebut sejalan dengan berbagai laporan yang menunjukkan bahwa resistensi terhadap tigecycline masih relatif rendah, sehingga antibiotik ini tetap memiliki nilai strategis dalam penatalaksanaan infeksi akibat *S. aureus* yang resisten terhadap berbagai antibiotik lain (Gu *et al.*, 2020; Shariati *et al.*, 2020). Meskipun demikian, munculnya laporan mengenai penurunan sensitivitas akibat mekanisme resistensi tertentu menunjukkan bahwa surveilans berkala tetap diperlukan untuk mendeteksi perubahan pola resistensi sejak dini.

Secara klinis dikatakan bahwa tingginya sensitivitas tigecycline tidak serta-merta menjadikannya pilihan utama pada kasus bakteremia karena karakteristik farmakokinetiknya menghasilkan konsentrasi serum yang relatif rendah. Oleh karena itu, penggunaannya lebih tepat dipertimbangkan pada infeksi kompleks di luar aliran darah atau sebagai alternatif pada kasus tertentu berdasarkan hasil uji kepekaan dan kondisi klinis pasien. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan antibiotik tidak hanya didasarkan pada hasil uji sensitivitas, tetapi juga harus mempertimbangkan karakteristik obat, lokasi infeksi, serta prinsip PPRA agar efektivitas terapi tetap optimal dan risiko perkembangan resistensi dapat diminimalkan.

Jadi secara keseluruhan dapat disampaikan bahwa, tetrasiklin, vankomisin, linezolid, dan tigecycline masih memiliki aktivitas yang baik terhadap isolat *Staphylococcus aureus* dari kultur darah, mengindikasikan bahwa antibiotik yang penggunaannya lebih selektif cenderung tetap efektif dibandingkan antibiotik yang telah lama digunakan secara luas dan mengalami tekanan seleksi lebih besar. Kondisi ini juga menegaskan bahwa pola resistensi antimikroba sangat dipengaruhi oleh praktik penggunaan antibiotik di fasilitas pelayanan kesehatan, sehingga pemilihan terapi tidak cukup hanya berdasarkan potensi antibiotik, tetapi juga harus mempertimbangkan data resistensi lokal. Oleh karena itu, surveilans resistensi yang berkelanjutan, pembaruan antibiogram secara berkala, serta implementasi PPRA menjadi langkah penting untuk mendukung terapi empiris yang lebih tepat,

mempertahankan efektivitas antibiotik yang masih tersedia, dan menekan perkembangan resistensi di masa mendatang.

## Implikasi Pola Kepekaan Antibiotik terhadap Terapi Empiris Bloodstream Infection

Infeksi aliran darah (*bloodstream infection*/BSI) memerlukan pemberian terapi antimikroba yang tepat sejak fase awal karena keterlambatan atau pemilihan antibiotik yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko sepsis, syok septik, hingga kematian (Mahjabeen *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa vankomisin, linezolid, tigecycline, rifampisin, dan gentamisin masih memiliki tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap isolat *Staphylococcus aureus* dari kultur darah, sedangkan benzilpenisilin memperlihatkan tingkat resistensi yang sangat tinggi. Temuan tersebut menegaskan bahwa keberhasilan terapi empiris tidak hanya ditentukan oleh spektrum aktivitas antibiotik, tetapi juga oleh pola resistensi yang berkembang di masing-masing rumah sakit. Selain itu, tingginya sensitivitas terhadap oksasilin mengindikasikan bahwa sebagian besar isolat masih tergolong MSSA, sehingga setelah hasil kultur tersedia, terapi dapat dide-eskalasi ke antibiotik  $\beta$ -laktam antistafilokokus yang memberikan luaran klinis lebih baik dibandingkan glikopeptida pada infeksi MSSA.

Tingginya resistensi terhadap benzilpenisilin menunjukkan bahwa antibiotik tersebut tidak lagi layak digunakan sebagai terapi empiris pada bakteremia akibat *S. aureus* karena berpotensi meningkatkan kegagalan terapi dan memperburuk luaran pasien. Oleh karena itu, pemilihan antibiotik sebaiknya selalu didasarkan pada hasil kultur, uji kepekaan, dan antibiogram lokal agar terapi lebih tepat sasaran. Hasil temuan ini juga memperkuat pentingnya strategi de-eskalasi setelah identifikasi bakteri diperoleh, sehingga penggunaan antibiotik spektrum luas dapat segera digantikan dengan antibiotik yang lebih sempit tetapi tetap efektif. Pendekatan tersebut tidak hanya meningkatkan keberhasilan terapi, tetapi juga berperan penting dalam menekan tekanan seleksi dan mendukung implementasi PPRA untuk mempertahankan efektivitas antibiotik di masa mendatang (Rybak *et al.*, 2020).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data laboratorium disimpulkan bahwa distribusi kepekaan antibiotik pada isolat *Staphylococcus aureus* dari kultur darah masih bervariasi. Sebagian besar isolat tetap sensitif terhadap oksasilin, vankomisin, linezolid, tigecycline, rifampisin, dan gentamisin, sedangkan benzilpenisilin menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan data antibiogram lokal sebagai dasar pemilihan terapi empiris dan de-eskalasi antibiotik yang rasional, dan mendukung penguatan PPRA untuk mempertahankan efektivitas antibiotik dan meningkatkan keberhasilan tata laksana infeksi aliran darah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap data surveilans resistensi antimikroba di Indonesia, yang hingga saat ini masih relatif terbatas, khususnya untuk isolat *S. aureus* yang berasal dari kultur darah rumah sakit daerah. Oleh karena itu, penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi penting dalam memperkaya basis data epidemiologi resistensi antimikroba nasional.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak Laboratorium Mikrobiologi Klinik, RSUD Bayu Asih di Purwakarta, Jawa Barat yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penggunaan peralatan maupun data dalam pemeriksaan kultur darah pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdallah, E. M., Alhudhaibi, A. M., Dahab, M., Al Noman, A., Sharma, P. D., Taha, T. H., & Nawaz, M. (2026). The WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria: Challenges and opportunities for next-generation antimicrobial development. *Frontiers in Pharmacology*, 17, 1699987. <https://doi.org/10.3389/fphar.2026.1699987>

- Adamu, Y., Puig-Asensio, M., Dabo, B., & Schweizer, M. L. (2024). Comparative effectiveness of daptomycin versus vancomycin among patients with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) bloodstream infections: A systematic literature review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 19(2), e0293423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293423>
- Admas, A., Gelaw, B., BelayTessema, Worku, A., & Melese, A. (2020). Proportion of bacterial isolates, their antimicrobial susceptibility profile and factors associated with puerperal sepsis among post-partum/aborted women at a referral Hospital in Bahir Dar, Northwest Ethiopia. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0676-2>
- AlAbdulhadi, S. A. S., Hassan, L. A., Alrawi, D. D. M., Badr, I. H., El-Sehrawy, A. A. M. A., Panigrahi, R., Singh, A. K., Jenifer, D. R., Sharma, V., & Sholeh, M. (2026). Global in silico genomic epidemiology of tetracycline resistance in *Staphylococcus aureus*: One health dynamics and genotype–phenotype associations. *Molecular Genetics and Genomics*, 301(1), 56. <https://doi.org/10.1007/s00438-026-02382-7>
- Aljohani, S., Layqah, L., Masuadi, E., Al Alwan, B., Baharoon, W., Gramish, J., & Baharoon, S. (2020). Occurrence of vancomycin MIC creep in methicillin resistant isolates in Saudi Arabia. *Journal of Infection and Public Health*, 13(10), 1576–1579. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.07.008>
- Arthamin, M. Z., Sudewa, A. A. G., Dharma, R., Arif, M., Kumalawati, J., Nanggung, N. S. A., Aryati, A., Purwanto, A. P., Nugraha, J., Soehita, S., Kusumowidagdo, E. R., Widjajanto, E., Mulyono, B., Aman, A. K., Bahrin, U., Sukartini, N., Handono, K., Yaswir, R., & Sianipar, O. (2016). Indonesian journal of clinical pathology and medical laboratory. *Majalah Patologi Klinik Indonesia dan Laboratorium Medik*, 23(1), 1–55.
- Barlam, T. F., Cosgrove, S. E., Abbo, L. M., MacDougall, C., Schuetz, A. N., Septimus, E. J., Srinivasan, A., Dellit, T. H., Falck-Ytter, Y. T., Fishman, N. O., Hamilton, C. W., Jenkins, T. C., Lipsett, P. A., Malani, P. N., May, L. S., Moran, G. J., Neuhauser, M. M., Newland, J. G., Ohl, C. A., ... Trivedi, K. K. (2016). Implementing an antibiotic stewardship program: Guidelines by the infectious diseases society of America and the society for healthcare epidemiology of America. *Clinical Infectious Diseases*, 62(10), e51–e77. <https://doi.org/10.1093/cid/ciw118>
- Bazzi, A. M., Rabaan, A. A., Fawarah, M. M., & Al-Tawfiq, J. A. (2017). Direct identification and susceptibility testing of positive blood cultures using high speed cold centrifugation and Vitek II system. *Journal of Infection and Public Health*, 10(3), 299–307. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.05.012>
- Belete, D., Gashaw, T., Belay, S., & Ambachew, A. (2025). Antimicrobial susceptibility pattern of *Staphylococcus aureus* isolated from clinical specimens at University of Gondar comprehensive specialized referral hospital northwest Ethiopia; A retrospective study. *BMC Research Notes*, 18(1), 268. <https://doi.org/10.1186/s13104-025-07335-8>
- Bertagnolio, S., Dobрева, Z., Centner, C. M., Olaru, I. D., Donà, D., Burzo, S., Huttner, B. D., Chaillon, A., Gebreselassie, N., Wi, T., Hasso-Agopsowicz, M., Allegranzi, B., Sati, H., Ivanovska, V., Kothari, K. U., Balkhy, H. H., Cassini, A., Hamers, R. L., Weezenbeek, K. Van, ... Rudan, I. (2024). WHO global research priorities for antimicrobial resistance in human health. *The Lancet Microbe*, 5(11), 100902. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(24\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(24)00134-4)
- Bilyk, B. L., Panchal, V. V., Tinajero-Trejo, M., Hobbs, J. K., & Foster, S. J. (2022). An interplay of multiple positive and negative factors governs methicillin resistance in *Staphylococcus aureus*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 86(2), e0015921. <https://doi.org/10.1128/membr.00159-21>
- Boni, S., Sartini, M., Del Puente, F., Adriano, G., Nelli, M., Usiglio, D., Carbone, A., Ottria, G., Feasi, M., Schinca, E., Bobbio, N., Pontali, E., & Cristina, M. L. (2026). Hospital-onset bloodstream infections: Progressive shift from methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* over 11 years. *Journal of Clinical Medicine*, 15(7), 2645. <https://doi.org/10.3390/jcm15072645>
- Bur, R., Putra, M. A. R., Puspadari, N., Bahri, S., Yuliana, E., Barus, N. R. V., Sari, A. A., & Fairuza, T. D. (2026). Antimicrobial resistance patterns and cumulative antibiogram of clinically significant bacteria from a tertiary hospital in Indonesia. *International Journal of Microbiology*, 2026(1), 1397226. <https://doi.org/10.1155/ijm/1397226>

- Canty, E., Carnahan, B., Curley, T., Anusushin, E., Hamdy, R. F., & Ericson, J. E. (2021). Reduced vancomycin susceptibility, MRSA and treatment failure in pediatric *Staphylococcus aureus* bloodstream infections. *Pediatric Infectious Disease Journal*, 40(5), 429–433. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000002992>
- Chang, C.-M., Hsieh, M.-S., Yang, C.-J., How, C.-K., Chen, P.-C., & Meng, Y.-H. (2023). Effects of empiric antibiotic treatment based on hospital cumulative antibiograms in patients with bacteraemic sepsis: A retrospective cohort study. *Clinical Microbiology and Infection*, 29(6), 765–771. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2023.01.004>
- Chastain, D. B., White, B. P., Henao-Martínez, A. F., Tu, P. J., Bland, C. M., Foster, R. A., & Cluck, D. B. (2025). Adjunctive  $\beta$ -lactams for *Staphylococcus aureus* bacteremia: A narrative review. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 12. <https://doi.org/10.1177/20499361251343969>
- Dakorah, M. P., Agyare, E., Acolatse, J. E. E., Akafity, G., Stelling, J., Chalker, V. J., Spiller, O. B., Aidoo, N. B., Kumi-Ansah, F., Azumah, D., Laryea, S., Incoom, R., & Ngyedu, E. K. (2022). Utilising cumulative antibiogram data to enhance antibiotic stewardship capacity in the cape coast teaching hospital, Ghana. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 11(1), 122. <https://doi.org/10.1186/s13756-022-01160-5>
- Decusser, J.-W., Woerther, P.-L., Soussy, C.-J., Fines-Guyon, M., & Dowzicky, M. J. (2018). The tigecycline evaluation and surveillance trial; Assessment of the activity of tigecycline and other selected antibiotics against Gram-positive and Gram-negative pathogens from France collected between 2004 and 2016. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 7(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0360-y>
- Deress, T., Belay, G., Ayenew, G., Ferede, W., Worku, M., Feleke, T., Belay, S., Mulu, M., Adimasu Taddese, A., Eshetu, T., Tamir, M., & Getie, M. (2025). Bacterial etiology and antimicrobial resistance in bloodstream infections at the University of Gondar Comprehensive Specialized Hospital: A cross-sectional study. *Frontiers in Microbiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1518051>
- Diekema, D. J., Hsueh, P.-R., Mendes, R. E., Pfaller, M. A., Rolston, K. V., Sader, H. S., & Jones, R. N. (2019). The microbiology of bloodstream infection: 20-year trends from the SENTRY antimicrobial surveillance program. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 63(7). <https://doi.org/10.1128/AAC.00355-19>
- El Mammery, A., Ramírez de Arellano, E., Cañada-García, J. E., Cercenado, E., Villar-Gómara, L., Casquero-García, V., García-Cobos, S., Lepe, J. A., Ruiz de Gopegui Bordes, E., Calvo-Montes, J., Larrosa Escartín, N., Cantón, R., Pérez-Vázquez, M., Aracil, B., & Oteo-Iglesias, J. (2023). An increase in erythromycin resistance in methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* from blood correlates with the use of macrolide/lincosamide/streptogramin antibiotics. EARS-Net Spain (2004–2020). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1220286. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1220286>
- Gajic, I., Kabic, J., Kekic, D., Jovicevic, M., Milenkovic, M., Mitic Culafric, D., Trudic, A., Ranin, L., & Opavski, N. (2022). Antimicrobial susceptibility testing: A comprehensive review of currently used methods. *Antibiotics*, 11(4), 427. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040427>
- Gaur, P., Hada, V., Rath, R. S., Mohanty, A., Singh, P., & Rukadikar, A. (2023). Interpretation of antimicrobial susceptibility testing using European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) and Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) breakpoints: Analysis of agreement. *Cureus*, 15(3), e36977. <https://doi.org/10.7759/cureus.36977>
- Gough, K., Dargaville, T. R., Ullman, A., Marsh, N., & Pelzer, E. S. (2025). Ex vivo modeling of extraluminal migration of pathogenic microbes in the presence of a hemostatic agent. *American Journal of Infection Control*, 53(8), 881–886. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2025.05.014>
- Gu, F., He, W., Xiao, S., Wang, S., Li, X., Zeng, Q., Ni, Y., & Han, L. (2020). Antimicrobial resistance and molecular epidemiology of *Staphylococcus aureus* causing bloodstream infections at Ruijin Hospital in Shanghai from 2013 to 2018. *Scientific Reports*, 10(1), 6019. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63248-5>
- Hassan, M. A., Tamer, T. M., Rageh, A. A., Abou-Zeid, A. M., Abd El-Zaher, E. H. F., & Kenawy, E.-R. (2019). Insight into multidrug-resistant microorganisms from microbial infected diabetic foot

- ulcers. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 13(2), 1261–1270. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.01.044>
- Hess, K. A., Kooda, K., Shulha, J. A., Mara, K., Go, J. R., Fida, M., DeSimone, D. C., & Stevens, R. W. (2023). Retrospective evaluation of the association of oxacillin MIC on acute treatment outcomes with cefazolin and antistaphylococcal penicillins in methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* bacteremia. *Journal of Clinical Microbiology*, 61(4), e00039. <https://doi.org/10.1128/jcm.00039-23>
- Itoh, N., Hadano, Y., Saito, S., Myokai, M., Nakamura, Y., & Kurai, H. (2018). Intravenous to oral switch therapy in cancer patients with catheter-related bloodstream infection due to methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*: A single-center retrospective observational study. *PLOS ONE*, 13(11), e0207413. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207413>
- Kimmig, A., Hagel, S., Weis, S., Bahrs, C., Löffler, B., & Pletz, M. W. (2021). Management of staphylococcus aureus bloodstream infections. *Frontiers in Medicine*, 7, 616524. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.616524>
- Klinker, K. P., Hidayat, L. K., DeRyke, C. A., DePestel, D. D., Motyl, M., & Bauer, K. A. (2021). Antimicrobial stewardship and antibiograms: Importance of moving beyond traditional antibiograms. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 8. <https://doi.org/10.1177/20499361211011373>
- La, Y. J., Kim, H. R., Oh, D. H., Ahn, J. Y., & Kim, Y. C. (2022). Comparison of clinical outcomes for glycopeptides and beta-lactams in methicillin-susceptible *Staphylococcus Aureus* bloodstream infections. *Yonsei Medical Journal*, 63(7), 611–618. <https://doi.org/10.3349/ymj.2022.63.7.611>
- Lade, H., Joo, H.-S., & Kim, J.-S. (2022). Molecular basis of non- $\beta$ -lactam antibiotics resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antibiotics*, 11(10), 1378. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101378>
- Lau, C. L., Ramli, R., Periyasamy, P., Tan, T. L., Neoh, H., Yusof, A. M., Zainal Abidin, Z., Zulkifli Chia, N., Mohd Saaid, M. S., Abdul Aziz, M., & Naina-Mohamed, I. (2025). Performance of direct-from-blood-culture disk diffusion antibiotic susceptibility testing and its impact on antibiotic adjustment in bloodstream infections at a Malaysian tertiary center. *Microbiology Spectrum*, 13(8), e02863. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02863-24>
- Liang, B., Mai, J., Liu, Y., Huang, Y., Zhong, H., Xie, Y., Deng, Q., Huang, L., Yao, S., He, Y., Long, Y., Yang, Y., Gong, S., Yang, H., & Zhou, Z. (2018). Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from women and children in Guangzhou, China. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2790. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02790>
- Maarouf, L., Omar, H., El-Nakeeb, M., & Abouelfetouh, A. (2021). Prevalence and mechanisms of linezolid resistance among staphylococcal clinical isolates from Egypt. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 40(4), 815–823. <https://doi.org/10.1007/s10096-020-04045-w>
- Mahfouz, A. A., Said, H. S., Elfeky, S. M., & Shaaban, M. I. (2023). Inhibition of erythromycin and erythromycin-induced resistance among *Staphylococcus aureus* clinical isolates. *Antibiotics*, 12(3), 503. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030503>
- Mahjabeen, F., Saha, U., Mostafa, M. N., Siddique, F., Ahsan, E., Fathma, S., Tasnim, A., Rahman, T., Faruq, R., Sakibuzzaman, M., Dilnaz, F., & Ashraf, A. (2022). An update on treatment options for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) bacteremia: A systematic review. *Cureus*, 14(11), e31486. <https://doi.org/10.7759/cureus.31486>
- Marchello, C. S., Dale, A. P., Pisharody, S., Rubach, M. P., & Crump, J. A. (2019). A systematic review and meta-analysis of the prevalence of community-onset bloodstream infections among hospitalized patients in Africa and Asia. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 64(1). <https://doi.org/10.1128/AAC.01974-19>
- McDanel, J. S., Roghmann, M.-C., Perencevich, E. N., Ohl, M. E., Goto, M., Livorsi, D. J., Jones, M., Albertson, J. P., Nair, R., O'Shea, A. M. J., & Schweizer, M. L. (2017). Comparative effectiveness of cefazolin versus nafcillin or oxacillin for treatment of methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* infections complicated by bacteremia: A nationwide cohort study. *Clinical Infectious Diseases*, 65(1), 100–106. <https://doi.org/10.1093/cid/cix287>

- Miklasińska-Majdanik, M. (2021). Mechanisms of resistance to macrolide antibiotics among *Staphylococcus aureus*. *Antibiotics*, 10(11), 1406. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111406>
- Mohamed, A. H., Fody, A. M., Boubou, L., Kagambèga, A. B., Coulibaly, H., Idrissa, E. T., Omar, E. A., Barro, N., & Dembélé, R. (2025). Epidemiological aspect of bacteremia cases in hyperthermic patients hospitalized at the Niamey General Reference Hospital, Niger. *Open Journal of Medical Microbiology*, 15(02), 87–99. <https://doi.org/10.4236/ojmm.2025.152007>
- Navidifar, T., Zare Banadkouki, A., Parvizi, E., Mofid, M., Golab, N., Beig, M., & Sholeh, M. (2025). Global prevalence of macrolide-resistant *Staphylococcus* spp.: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1524452. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1524452>
- Orhan, Z., Kayış, A., Kaya, E., & Aral, M. (2018). Phenotypic and genotypic analysis of gentamicin, penicillin, methicillin, vancomycin, linezolid and tetracycline resistance in clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6), 957–965. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.452783>
- Otokwala, J. G., & Wele, M. A. (2025). Microbial profile of infections amongst adult in-patients in selected intensive care units in Port Harcourt: A comparative study. *Port Harcourt Medical Journal*, 19(1), 12–18.
- Panchal, K., Shaikh, N., Mehta, T., & Pethani, J. (2026). Four-year antibiogram analysis of priority pathogens: Guiding empirical therapy and monitoring resistance trends. *Microbiology Spectrum*, 14(7), e03457. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03457-25>
- Petersiel, N., Howden, B. P., Giulieri, S., & Tong, S. Y. C. (2026). An Achilles' heel for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*? Re-evaluating  $\beta$ -lactam susceptibility of MRSA. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, e00374-26. <https://doi.org/10.1128/aac.00374-26>
- Radhakrishnan, A., Behera, B., Mishra, B., Mohapatra, P. R., Kumar, R., & Singh, A. K. (2021). Clinico-microbiological description and evaluation of rapid lateral flow immunoassay and PCR for detection of *Burkholderia pseudomallei* from patients hospitalized with sepsis and pneumonia: A twenty-one months study from Odisha, India. *Acta Tropica*, 221, 105994. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105994>
- Rahman, M., Alam, K. M. F., Das, H. S., Naznin, M., Haque, Q. T., & Parvin, S. (2025). Microbiological profile and antimicrobial susceptibility pattern on blood culture isolates enrolled in microbiology department at Rajshahi Medical College. *TAJ: Journal of Teachers Association*, 38(2), 273–279. <https://doi.org/10.70818/taj.v038i02.0363>
- Richter, S. S., Doern, G. V., Heilmann, K. P., Miner, S., Tendolkar, S., Riahi, F., & Diekema, D. J. (2016). Detection and prevalence of penicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* in the United States in 2013. *Journal of Clinical Microbiology*, 54(3), 812–814. <https://doi.org/10.1128/JCM.03109-15>
- Rybak, M. J., Le, J., Lodise, T. P., Levine, D. P., Bradley, J. S., Liu, C., Mueller, B. A., Pai, M. P., Wong-Beringer, A., Rotschafer, J. C., Rodvold, K. A., Maples, H. D., & Lomaestro, B. M. (2020). Therapeutic monitoring of vancomycin for serious methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections: A revised consensus guideline and review by the American society of health-system pharmacists, the infectious diseases society of America, the pediatric infectious diseases society, and the society of infectious diseases pharmacists. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 77(11), 835–864. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxaa036>
- Salam, Md. A., Al-Amin, Md. Y., Pawar, J. S., Akhter, N., & Lucy, I. B. (2023). Conventional methods and future trends in antimicrobial susceptibility testing. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(3), 103582. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103582>
- 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. *Journal of Clinical Microbiology*, 63(9), e0162323. <https://doi.org/10.1128/jcm.01623-23>
- Setiawan, E., Wibowo, Y. I., Setiadi, A. P., Nurpatria, Y., Sosilya, H., Wardhani, D. K., Cotta, M. O., Abdul-Aziz, M.-H., & Roberts, J. (2019). Implementasi antimicrobial stewardship program di

- kawasan Asia: Sebuah kajian sistematis. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 8(2), 141–156. <https://doi.org/10.15416/ijcp.2019.8.2.141>
- Shariati, A., Dadashi, M., Chegini, Z., van Belkum, A., Mirzaei, M., Khoramrooz, S. S., & Darban-Sarokhalil, D. (2020). The global prevalence of Daptomycin, Tigecycline, Quinupristin/Dalfopristin, and Linezolid-resistant *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci strains: A systematic review and meta-analysis. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00714-9>
- Simner, P. J., Hindler, J. A., Bhowmick, T., Das, S., Johnson, J. K., Lubers, B. V., Redell, M. A., Stelling, J., & Erdman, S. M. (2022). What's new in antibiograms? Updating CLSI M39 guidance with current trends. *Journal of Clinical Microbiology*, 60(10), e0221021. <https://doi.org/10.1128/jcm.02210-21>
- Sinto, R., Lie, K. C., Setiati, S., Suwanto, S., Nelwan, E. J., Djumaryo, D. H., Karyanti, M. R., Prayitno, A., Sumariyono, S., Moore, C. E., Hamers, R. L., Day, N. P. J., & Limmathurotsakul, D. (2022). Blood culture utilization and epidemiology of antimicrobial-resistant bloodstream infections before and during the COVID-19 pandemic in the Indonesian national referral hospital. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 11(73), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13756-022-01114-x>
- Skov, R., Lonsway, D. R., Larsen, J., Larsen, A. R., Samulionienė, J., & Limbago, B. M. (2021). Evaluation of methods for detection of  $\beta$ -lactamase production in MSSA. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 76(6), 1487–1494. <https://doi.org/10.1093/jac/dkab032>
- Syahniar, R., Rayhana, R., Kharisma, D. S., Khatami, M., & Duarsa, D. B. B. (2020). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among clinical isolates in Indonesia: A systematic review. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 13(4), 1871–1878. <https://doi.org/10.13005/bpj/2062>
- Taylor, T. A., Tobin, E. H., & Unakal, C. G. (2025). *Staphylococcus aureus* infection. *National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information*. StatPearls Publishing. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/?utm_source=chatgpt.com)
- Tong, S. Y. C., Fowler, V. G., Skalla, L., & Holland, T. L. (2025). Management of *Staphylococcus aureus* bacteremia. *JAMA*, 334(9), 798–808. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.4288>
- Touaitia, R., Mairi, A., Ibrahim, N. A., Basher, N. S., Idres, T., & Touati, A. (2025). *Staphylococcus aureus*: A review of the pathogenesis and virulence mechanisms. *Antibiotics*, 14(5), 470. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14050470>
- Truong, W. R., Hidayat, L., Bolaris, M. A., Nguyen, L., & Yamaki, J. (2021). The antibiogram: Key considerations for its development and utilization. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 3(2), dlab060. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab060>
- Turner, A. M., Lee, J. Y. H., Gorrie, C. L., Howden, B. P., & Carter, G. P. (2021). Genomic insights into last-line antimicrobial resistance in multidrug-resistant *Staphylococcus* and vancomycin-resistant *Enterococcus*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 637656. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.637656>
- Uddin, T. M., Chakraborty, A. J., Khusro, A., Zidan, B. R. M., Mitra, S., Emran, T. Bin, Dhama, K., Ripon, Md. K. H., Gajdacs, M., Sahibzada, M. U. K., Hossain, Md. J., & Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*, 14(12), 1750–1766. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.020>
- Wei, K., Chen, W., Li, Y., Xie, G., Li, F., Zhou, J., Pei, L., & Liu, Q. (2025). Antimicrobial resistance characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated from both tertiary hospitals, one western medicine hospital and one traditional chinese medicine hospital, in Shanghai, China From 2014-2023. *Infection and Drug Resistance*, 18, 5009–5021. <https://doi.org/10.2147/IDR.S546699>
- Xu, X., Lu, N., Song, P., Zhou, M., Li, Y., Wang, Z., & Gao, X. (2022). Vancomycin, daptomycin, antistaphylococcal  $\beta$ -Lactam, and trimethoprim-sulfamethoxazole monotherapy and combination therapy in the management of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: A network meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 805966. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.805966>
- Yıldız, S. S., Tavukcu, E., Ölmez, M. E., Şahin, S., Tek, H. K., Hekimoğlu, C. H., Güreşer, A. S., Mumcuoğlu, İ., & Dal, T. (2025). Evaluation of EUCAST rapid antibiotic susceptibility testing for positive blood cultures in the Autobio BC60 blood culture system. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 113(2), 116937. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2025.116937>



- Zhang, Z., Chen, M., Yu, Y., Pan, S., & Liu, Y. (2018). Antimicrobial susceptibility among Gram-positive and Gram-negative blood-borne pathogens collected between 2012-2016 as part of the tigecycline evaluation and surveillance trial. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 7(1), 152. <https://doi.org/10.1186/s13756-018-0441-y>
- Zhu, Y., Wang, C., Schwarz, S., Liu, W., Yang, Q., Luan, T., Wang, L., Liu, S., & Zhang, W. (2021). Identification of a novel tetracycline resistance gene, tet (63), located on a multiresistance plasmid from *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 76(3), 576–581. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa485>