



Biogenerasi Vol 11 No 1, 2026
Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi
Universitas Cokroaminoto Palopo
<https://e-journal.my.id/biogenerasi>
e-ISSN 2579-7085



LITERATURE REVIEW: MEKANISME RESISTENSI ANTIBIOTIK PADA BAKTERI PATOGEN

Cindy Anggia Putri, Dezi Handayani

Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: cindyanggiaputri04@gmail.com

DOI : 10.30605/biogenerasi.v11i1.7833

Accepted : 27 Desember 2025 Approved : 12 Januari 2026 Published : 13 Januari 2026

Abstract

Antibiotic resistance is an increasing health problem that poses a serious challenge to the treatment of infectious diseases, particularly in tropical regions such as Indonesia. Resistant pathogenic bacteria reduce the effectiveness of antibiotic therapy and increase the risk of treatment failure. This article aims to review the mechanisms of antibiotic resistance in pathogenic bacteria using a literature review approach. Relevant national and international scientific articles were analyzed. The results indicate that antibiotic resistance can be classified into intrinsic and acquired resistance, with major mechanisms including antibiotic inactivation, modification of antibiotic targets, decreased membrane permeability, and efflux pump activity. Common pathogenic bacteria associated with antibiotic resistance include *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Pseudomonas aeruginosa*. In conclusion, understanding antibiotic resistance mechanisms is essential

Keywords : *Antibiotic Resistance, Pathogenic Bacteria, Microbiology.*

PENDAHULUAN

Resistensi antibiotik merupakan isu kesehatan global yang terus mengalami peningkatan dan menimbulkan tantangan serius dalam pengobatan penyakit infeksi. Antibiotik yang sebelumnya efektif kini menunjukkan penurunan daya kerja akibat kemampuan bakteri patogen dalam beradaptasi terhadap paparan antibiotik (Ventola, 2015). Resistensi antibiotik terjadi ketika bakteri patogen mampu bertahan hidup dan berkembang meskipun terpapar antibiotik dalam dosis terapeutik, sehingga menurunkan efektivitas pengobatan (Paneo *et al.*, 2024). Fenomena ini tidak hanya berdampak pada meningkatnya kegagalan terapi, tetapi juga memperpanjang masa perawatan serta meningkatkan risiko penyebaran infeksi.

Di Indonesia, resistensi antibiotik telah banyak dilaporkan pada berbagai jenis bakteri patogen, baik di lingkungan rumah sakit maupun masyarakat. Penelitian retrospektif menunjukkan bahwa isolat bakteri klinis seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* memiliki tingkat resistensi yang cukup tinggi terhadap beberapa golongan antibiotik yang umum digunakan (Indraningrat *et al.*, 2022). Bakteri tersebut banyak ditemukan di wilayah tropis yang memiliki kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Resistensi antibiotik juga dapat berkembang menjadi resistensi terhadap berbagai golongan antibiotik (*multidrug resistance*), sehingga menyulitkan upaya terapi (Laxminarayan *et al.*, 2013).

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap meningkatnya resistensi antibiotik adalah penggunaan antibiotik yang tidak rasional, baik tanpa resep dokter maupun penggunaan yang tidak sesuai indikasi. Rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat dan mahasiswa non-kesehatan mengenai penggunaan antibiotik yang bijak turut mempercepat munculnya resistensi bakteri (Kartika *et al.*, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa resistensi antibiotik tidak hanya merupakan permasalahan klinis, tetapi juga berkaitan erat dengan perilaku dan kesadaran masyarakat.

Selain di bidang kesehatan manusia, resistensi antibiotik juga ditemukan pada sektor peternakan dan pangan. Kajian literatur di Indonesia melaporkan adanya resistensi *Escherichia coli* terhadap antibiotik golongan

β -laktam dan aminoglikosida pada ternak ayam dan produk olahannya (Bani *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan tropis dapat menjadi reservoir bakteri resisten yang berpotensi menularkan gen resistensi ke bakteri patogen pada manusia.

Secara mikrobiologis, bakteri patogen memiliki berbagai mekanisme untuk mengembangkan resistensi antibiotik, seperti produksi enzim perusak antibiotik, perubahan target kerja antibiotik, penurunan permeabilitas membran sel, serta keberadaan sistem *efflux pump*. Mekanisme-mekanisme tersebut memungkinkan bakteri bertahan terhadap tekanan selektif akibat penggunaan antibiotik yang luas (Pamungkas & Nirwana, 2025).

Tingginya angka resistensi antibiotik dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat di Indonesia menunjukkan perlunya kajian ilmiah yang lebih mendalam. Bakteri patogen yang resisten terhadap antibiotik dapat menyulitkan proses pengobatan dan meningkatkan risiko penyebaran penyakit. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk membahas mekanisme resistensi antibiotik pada bakteri patogen melalui pendekatan *literature review*. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan penelitian selanjutnya serta mendukung upaya pengendalian resistensi antibiotik, khususnya di wilayah tropis.

METODE

Penelitian ini menerapkan teknik tinjauan pustaka yang mengumpulkan berbagai hasil penelitian, seperti artikel yang dianggap kredibel dan komprehensif. Setelah mengumpulkan sumber artikel, peneliti melakukan penelaahan ulang terhadap artikel yang telah diterbitkan untuk menghasilkan analisis baru yang valid. Eksplorasi referensi dilakukan melalui investigasi jurnal ilmiah dari berbagai jurnal nasional dan internasional, seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed. Peneliti menggunakan strategi pencarian dengan menggunakan sejumlah kata kunci, antara lain resistensi antibiotik, bakteri patogen, mikrobiologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengertian dan Klasifikasi Resistensi Antibiotik

Resistensi antibiotik merupakan kemampuan bakteri untuk bertahan hidup dan

tetap berkembang biak meskipun terpapar antibiotik yang seharusnya efektif dalam menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri tersebut. Kondisi ini menyebabkan menurunnya efektivitas terapi antibiotik dan meningkatkan risiko kegagalan pengobatan, perpanjangan lama rawat, serta peningkatan angka kesakitan dan kematian. Resistensi antibiotik muncul sebagai bentuk adaptasi bakteri terhadap tekanan selektif akibat penggunaan antibiotik, baik di lingkungan klinis maupun di masyarakat.

Berdasarkan asal dan mekanismenya, resistensi antibiotik secara umum diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu resistensi intrinsik dan resistensi didapat (*acquired resistance*). Resistensi intrinsik merupakan sifat alami yang dimiliki oleh suatu spesies bakteri sehingga secara genetik tidak peka terhadap antibiotik tertentu tanpa adanya paparan sebelumnya. Mekanisme resistensi intrinsik berkaitan dengan karakteristik struktural dan fisiologis bakteri, seperti keberadaan membran luar pada bakteri Gram-negatif yang menghambat penetrasi antibiotik, struktur dinding sel, serta sistem *efflux pump* yang secara alami mampu mengeluarkan antibiotik dari dalam sel bakteri (Donaliazarti, 2022).

Sebaliknya, resistensi didapat terjadi pada bakteri yang awalnya sensitif terhadap suatu antibiotik, namun kemudian menjadi resisten setelah terpapar antibiotik tersebut. Resistensi ini dapat disebabkan oleh mutasi genetik spontan atau perolehan gen resistensi melalui transfer gen horizontal, seperti plasmid, transposon, dan integron. Proses ini memungkinkan gen resistensi menyebar secara cepat antar bakteri, bahkan lintas spesies, sehingga mempercepat peningkatan kasus resistensi antibiotik di lingkungan klinis dan komunitas (Syarif *et al.*, 2024).

2. Mekanisme Resistensi Antibiotik pada Bakteri Patogen

Bakteri patogen memiliki berbagai mekanisme untuk menghindari aktivitas antibiotik. Salah satu mekanisme utama adalah

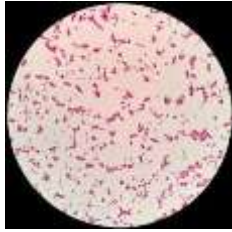
produksi enzim yang mampu menginaktivasi antibiotik, seperti enzim β -laktamase yang dapat menghidrolisis antibiotik golongan β -laktam sehingga kehilangan aktivitas antibakterinya (Bush & Bradford, 2016).

Selain itu, bakteri juga dapat mengalami perubahan pada target kerja antibiotik, sehingga antibiotik tidak lagi dapat berikatan secara efektif. Mekanisme resistensi lainnya meliputi penurunan permeabilitas membran sel bakteri yang menghambat masuknya antibiotik ke dalam sel serta penggunaan sistem *efflux pump* untuk mengeluarkan antibiotik dari dalam sel sebelum bekerja secara optimal (Prestinaci *et al.*, 2015).

Di sisi lain, kompleksitas interaksi antara bakteri dan senyawa antimikroba juga turut memengaruhi sensitivitas dan resistensi bakteri terhadap antibiotik. Beberapa bakteri, seperti *Pseudomonas*, diketahui mampu menghasilkan senyawa antimikroba alami yang dapat memodulasi interaksi bakteri dengan antibiotik, menunjukkan adanya variasi respons bakteri terhadap tekanan antimikroba (Febriani *et al.*, 2023).

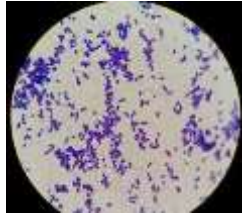
Selain mekanisme genetik bakteri yang mendukung resistensi antibiotik, penelitian terhadap bakteri endofit yang hidup di jaringan tumbuhan menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut juga dapat memproduksi senyawa aktif antibiotik. Studi mengenai stabilitas produksi senyawa antibiotik oleh bakteri endofit *Morus macroura* menunjukkan bahwa kemampuan mikroba menghasilkan senyawa antimikroba dapat berubah selama proses subkultur, yang relevan dalam konteks pengembangan senyawa bioaktif baru sebagai alternatif dalam menghadapi resistensi patogen (Putri *et al.*, 2023).

3. Bakteri Patogen yang Umum Mengalami Resistensi Antibiotik



Gambar 1. Morfologi Bakteri *Escherichia coli* pada Pewarnaan Gram (Wicaksono, 2016).

Beberapa bakteri patogen dilaporkan sering mengalami resistensi antibiotik. *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri Gram-negatif yang sering menunjukkan resistensi terhadap antibiotik golongan β -laktam dan fluoroquinolon (Ventola, 2015).



Gambar 2. Morfologi Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Pewarnaan Gram (Zam Zam & Shofi, 2024).

Staphylococcus aureus, termasuk kedalam bakteri Gram-positif khususnya *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), yang menjadi penyebab utama infeksi yang sulit diobati di lingkungan rumah sakit (Laxminarayan *et al.*, 2013). Selain itu, *Klebsiella pneumoniae* dan *Pseudomonas aeruginosa* juga dikenal sebagai bakteri oportunistik dengan tingkat resistensi tinggi terhadap berbagai antibiotik (Ayukekbong *et al.*, 2017).

Resistensi antibiotik pada bakteri patogen telah banyak dibuktikan melalui penelitian berbasis isolat klinis di Indonesia. Studi lokal yang dilakukan oleh Prima *et al.* (2024) melalui kultur dan uji sensitivitas antibiotik pada sampel pus menunjukkan adanya variasi tingkat kepekaan bakteri patogen terhadap berbagai antibiotik yang umum digunakan. Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa beberapa isolat bakteri telah mengalami penurunan sensitivitas terhadap antibiotik tertentu, yang mencerminkan terjadinya mekanisme resistensi akibat paparan antibiotik sebelumnya. Temuan

ini sejalan dengan laporan lain yang menyebutkan bahwa bakteri patogen seperti *S. aureus* dan bakteri Gram-negatif tertentu sering menunjukkan pola resistensi yang beragam, terutama di lingkungan klinis dengan intensitas penggunaan antibiotik yang tinggi.

Selain bukti klinis tersebut, penelitian mikrobiologi juga menunjukkan bahwa mikroorganisme memiliki kemampuan adaptif yang tinggi terhadap senyawa antimikroba. Handayani (2021) melaporkan bahwa mikroorganisme mampu menyesuaikan diri terhadap tekanan senyawa antimikroba, yang menjadi dasar biologis berkembangnya resistensi antibiotik, baik melalui mekanisme intrinsik maupun resistensi yang diperoleh. Tekanan selektif akibat penggunaan antibiotik secara luas dapat mendorong bakteri patogen untuk mempertahankan berbagai mekanisme pertahanan, seperti inaktivasi antibiotik, perubahan target kerja antibiotik, serta peningkatan aktivitas sistem *efflux pump*. Kondisi ini memperkuat bahwa resistensi antibiotik merupakan fenomena adaptif yang berkembang secara dinamis.

Selanjutnya, penelitian mengenai aktivitas antimikroba yang berasal dari sumber alami terhadap *E. coli* dan *S. aureus* menunjukkan adanya variasi daya hambat antibakteri pada bakteri patogen. Variasi tersebut berkaitan dengan tingkat sensitivitas masing-masing bakteri terhadap senyawa antimikroba yang digunakan, yang dipengaruhi oleh struktur dinding sel serta mekanisme pertahanan bakteri terhadap agen antimikroba (Handayani *et al.*, 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa perbedaan respons bakteri terhadap senyawa antimikroba, baik antibiotik sintetik maupun alami, berkaitan erat dengan mekanisme resistensi yang dimiliki oleh masing-masing bakteri.

4. Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Resistensi Antibiotik

Terjadinya resistensi antibiotik pada bakteri patogen dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, salah satunya adalah penggunaan antibiotik yang tidak

rasional. Praktik penggunaan antibiotik tanpa resep dokter, pemberian dosis yang tidak sesuai, serta durasi pengobatan yang tidak tepat masih banyak ditemukan di Indonesia. Kondisi ini memberikan tekanan seleksi terhadap populasi bakteri, sehingga bakteri yang memiliki mekanisme pertahanan terhadap antibiotik dapat bertahan hidup dan berkembang biak, sementara bakteri yang sensitif akan mati. Akibatnya, proporsi bakteri resisten dalam suatu populasi semakin meningkat (Puji Lestari & Marchaban, 2023).

Selain itu, rendahnya tingkat pengetahuan masyarakat mengenai penggunaan antibiotik yang benar turut memperparah masalah resistensi. Antibiotik kerap digunakan untuk mengobati penyakit yang sebenarnya tidak memerlukan terapi antibiotik, seperti infeksi yang disebabkan oleh virus, atau dihentikan sebelum durasi pengobatan yang dianjurkan tercapai. Penelitian di berbagai daerah di Indonesia menunjukkan bahwa penggunaan antibiotik tanpa resep dokter masih cukup tinggi dan berkaitan erat dengan tingkat pengetahuan serta sikap masyarakat terhadap antibiotik. Praktik ini berpotensi mempercepat munculnya dan penyebaran bakteri resisten di lingkungan komunitas (Yarza *et al.*, 2015).

Faktor lain yang turut memengaruhi peningkatan resistensi antibiotik adalah kurangnya pengawasan terhadap distribusi dan penggunaan antibiotik. Ketersediaan antibiotik yang relatif mudah diperoleh tanpa pengawasan tenaga kesehatan memungkinkan terjadinya penggunaan yang tidak sesuai indikasi medis. Selain itu, lemahnya penerapan kebijakan pengendalian penggunaan antibiotik di fasilitas pelayanan kesehatan juga dapat mendorong penggunaan antibiotik secara berlebihan dan tidak tepat, sehingga memperbesar peluang seleksi bakteri resisten (Puji Lestari & Marchaban, 2023).

SIMPULAN DAN SARAN

Resistensi antibiotik pada bakteri patogen merupakan permasalahan serius yang terus meningkat, khususnya di wilayah tropis.

Berbagai mekanisme resistensi, seperti inaktivasi antibiotik, perubahan target kerja antibiotik, penurunan permeabilitas membran sel, dan aktivitas sistem *efflux pump*, memungkinkan bakteri patogen bertahan terhadap paparan antibiotik. Resistensi antibiotik dipengaruhi oleh penggunaan antibiotik yang tidak rasional serta faktor lingkungan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai mekanisme resistensi antibiotik sangat penting dalam upaya pengendalian resistensi antibiotik dan pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Ayukekbong, J. A., Ntemgwa, M., & Atabe, A. N. (2017). The threat of antimicrobial resistance in developing countries: causes and control strategies. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 6(1),
- Bani, R. F. M., Amalo, F. A., & Selan, Y. N. (2019). Kajian review resistensi *Escherichia coli* terhadap antibiotik β -laktam dan aminoglikosida pada ternak ayam dan produk olahannya di Indonesia. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 3(1), 1–21.
- Bush, K., & Bradford, P. A. (2016). β -Lactams and β -lactamase inhibitors: an overview. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 6(8)(Table 1), a025247.
- Donaliazarti. (2022). Mekanisme resistensi terhadap anti mikroba. *Cmj*, 5(3), 37–45.
- Febriani, I., Advinda, L., Handayani, D., Alicia Farma, S., & Putri, D. H. (2023). *Fluorescent pseudomonad association in plant rhizosphere*. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 117–122.
- Handayani, D. (2021). Antimicrobial activity of endophytic fungi from *Andalus (Morus macrourea) plant*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 012003.
- Handayani, E. S., Handayani, D., Irdawati, I., & Violita, V. (2023). *Potency of yeast from orange peel's coenzyme as antimicrobe*. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(3), 274–279.
- Indraningrat, A. A. G., Masyeni, D. A. P. S., & Darmana, I. M. S. (2022). Retrospective analysis on antibiotic resistance among clinical bacterial isolates in the general hospital sanjiwani, Gianyar Bali. *Jurnal Kesehatan Indonesia (The Indonesian Journal of Health)*, XII(3), 111–115.

- Kartika, P. N., Arifin, C. I. P., Fajriyah, W. N., Yuhdi, P. A., & Kurniawan, D. (2023). Tingkat pengetahuan mahasiswa non kesehatan tentang bijak penggunaan antibiotik terhadap risiko terjadinya resistensi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Medika*, 62–67.
- Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A. K. M., Wertheim, H. F. L., Sumpradit, N., Vlieghe, E., Hara, G. L., Gould, I. M., Goossens, H., Greko, C., So, A. D., Bigdeli, M., Tomson, G., Woodhouse, W., Ombaka, E., Peralta, A. Q., Qamar, F. N., Mir, F., ... Cars, O. (2013). Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(12), 1057–1098.
- Paneo, M. A., Tuloli, T. S., Thomas, N. A., Latif, M. S., Taupik, M., & Djuwarno, E. N. (2024). Pengenalan sejak dini tentang resistensi antibiotik kepada mahasiswa farmasi UNG dan siswa SMK farmasi di kota Gorontalo melalui program school of AMR PD IAI Gorontalo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Farmasi : Pharmacare Society*, 3(1), 22–28.
- Prestinaci, F., Pezzotti, P., & Pantosti, A. (2015). Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathogens and Global Health*, 109(7), 309–318.
- Prima, R., Handayani, D., & Yumna, H. (2024). Kultur dan uji sensitivitas antibiotik sampel pus di UPTD Laboratorium Kesehatan Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 3(2), 801–810.
- Puji Lestari, M., & Marchaban. (2023). Efforts to prevent antibiotic resistance with education on rational use of drugs. *Journal of Innovation in Community Empowerment*, 5(2), 86–90.
- Syarif, M. R., Kurniawaty, E., Rahmanisa, S., Kedokteran, F., Lampung, U., Biokimia, B., Kedokteran, F., & Lampung, U. (2024). Resistensi antibiotik terhadap *Pseudomonas aeruginosa*: literature review. *Medula*, 14(8), 1659–1663.
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. *Pharmacy and therapeutics*, 40(4), 277.
- Wicaksono, A. R. (2016). Identifikasi bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella* sp. pada cilok yang dijual di lingkungan sd negeri di kelurahan cirendeudeu, pisang, dan cempaka putih (Bachelor's thesis, FKIK UIN Jakarta).
- Yarza, H. L., Yanwirasti, Y., & Irawati, L. (2015). Hubungan tingkat pengetahuan dan sikap dengan penggunaan antibiotik tanpa resep dokter. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1), 151–156.
- Zam Zami, N., & Shofi, M. (2024). Identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* pada swab tenggorok perokok aktif di rt 08 rw 03 desa paron kabupaten kediri. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan Dan Analisisnya*, 5(April), 1–11.