

Kajian Resistensi Antibiotik pada Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Suci Kusuma Dewi *, Bertha Rusdi, Dina Mulyanti

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

suciiikd@gmail.com, bertha.rusdi@unisba.ac.id, dina.sukma83@gmail.com

Abstract. Antibiotic resistance is a global health issue that threatens the effectiveness of bacterial infection therapies, particularly involving *Escherichia coli* (*E. coli*) and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), which are among the leading causes of antimicrobial resistance-related mortality. This study aimed to examine the antibiotic resistance patterns of *E. coli* and *S. aureus* against selected antibiotics. A narrative literature review approach was employed, analyzing twelve relevant articles derived from various isolation sources, including clinical samples, healthcare facilities, livestock, and food sectors. The findings revealed that *E. coli* exhibited high resistance to ampicillin and tetracycline, particularly in isolates obtained from livestock, while ciprofloxacin remained relatively effective against clinical isolates. In *S. aureus*, high resistance rates were observed against penicillin-G in healthcare settings and erythromycin in isolates from raw cow's milk, whereas tetracycline maintained notable effectiveness in certain livestock-derived isolates. These resistance patterns are strongly influenced by the origin of bacterial isolates and the level of antibiotic exposure across different sectors. The study underscores the importance of rational antibiotic use, improved hygiene and sanitation, and cross-sectoral strategies to curb the transmission of resistant bacteria.

Keywords: Antibiotic resistance, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Abstrak. Resistensi antibiotik merupakan permasalahan global yang mengancam efektivitas terapi infeksi bakteri, terutama pada bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) yang menjadi penyebab utama kematian akibat resistensi antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola resistensi antibiotik pada *E. coli* terhadap dan *S. aureus* terhadap beberapa antibiotik. Metode yang digunakan adalah tinjauan pustaka dengan pendekatan naratif deskriptif berdasarkan analisis dua belas artikel dari berbagai sumber isolat, meliputi sampel klinis, fasilitas kesehatan, sektor peternakan, dan pangan. Hasil kajian menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki resistensi tinggi terhadap ampicilin dan tetrasiklin, terutama pada isolat dari peternakan, sedangkan siprofloksasin masih relatif efektif pada isolat klinis. Pada *S. aureus*, resistensi tinggi ditemukan terhadap penisilin-G di lingkungan medis dan eritromisin pada isolat dari susu sapi, sementara tetrasiklin masih menunjukkan efektivitas pada beberapa isolat hewan perah. Variasi pola resistensi ini dipengaruhi oleh perbedaan sumber isolat dan tingkat paparan antibiotik di setiap sektor. Temuan ini menekankan pentingnya pengendalian penggunaan antibiotik yang rasional, peningkatan sanitasi, serta pendekatan lintas sektor dalam upaya memutus rantai penyebaran bakteri resisten.

Kata Kunci: Resistensi antibiotik, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

A. Pendahuluan

Antibiotik memiliki peran penting dalam mengatasi infeksi bakteri, tetapi penggunaan yang tidak rasional, baik dalam hal dosis maupun durasi, selama bertahun-tahun telah memicu munculnya bakteri resisten (Salam *et al.*, 2023). *Antimicrobial resistance* (AMR) atau resistensi antimikroba merupakan tantangan serius dalam dunia kesehatan global akibat ancaman dari mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit dalam mengembangkan kemampuan untuk bertahan dari agen antimikroba yang sebelumnya efektif untuk menghentikan atau membunuhnya (Prestinaci *et al.*, 2015; Salam *et al.*, 2023).

Resistensi antibiotik merupakan proses biologis yang kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi lingkungan, kepadatan komunitas mikroba, serta penggunaan antibiotik yang luas di sektor kesehatan, pertanian, dan industri pangan (Günther *et al.*, 2022). Patogen yang resisten dapat menyebarkan gen resistensi melalui berbagai mekanisme transfer gen horizontal (HGT), seperti transformasi, konjugasi, dan transduksi. Selain itu, vesikel membran luar (*outer membrane vesicles/OMVs*) juga berperan sebagai sarana pertukaran materi genetik, sehingga semakin mempercepat penyebaran sifat resistensi di antara populasi bakteri (El-Sayed *et al.*, 2022).

Resistensi antibiotik terjadi melalui berbagai mekanisme yang memungkinkan bakteri bertahan meskipun terpapar obat antimikroba. Salah satu mekanisme yang paling sering ditemukan adalah produksi enzim inaktivasi, seperti β -laktamase, yang mampu merusak struktur antibiotik β -laktam sehingga obat menjadi tidak efektif. Perkembangan enzim varian baru seperti *extended-spectrum β -lactamase* (ESBL) dan carbapenemase menambah luas spektrum resistensi hingga mencakup antibiotik generasi terbaru. Mekanisme lain yang turut berperan adalah perubahan pada target molekuler antibiotik akibat mutasi gen, misalnya pada DNA gyrase yang memicu resistensi terhadap kuinolon, atau gen *mecA* pada *Staphylococcus aureus* yang menyebabkan resistensi terhadap seluruh golongan β -laktam (Aurilio *et al.*, 2022).

Selain itu, resistensi juga dipicu oleh keberadaan pompa efluks yang dapat mengeluarkan antibiotik dari dalam sel, serta pembentukan biofilm yang melindungi bakteri melalui matriks polisakarida, DNA, dan protein sehingga menghambat penetrasi obat. Biofilm sering ditemukan pada infeksi kronis dan perangkat medis, yang menjadikan pengobatan lebih sulit dilakukan. Penyebaran resistensi semakin cepat karena transfer gen horizontal melalui plasmid, transposon, dan integron, sehingga menimbulkan ancaman serius terhadap efektivitas terapi antibiotik dan menuntut pengendalian yang lebih ketat dalam penggunaannya (Abdulhussien *et al.*, 2025).

Pada tahun 2019, bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) menjadi penyebab utama kematian akibat AMR, diikuti oleh *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, dengan total kasus sebanyak 660.000-1.270.000 di dunia (Wagenlehner & Dittmar, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran *E. coli* dan *S. aureus* perlu mendapat perhatian khusus, mengingat kemampuannya mengembangkan resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik, menjadikannya ancaman signifikan dalam upaya pengendalian penyakit infeksi (Wagenlehner & Dittmar, 2022).

E. coli merupakan bakteri Gram negatif yang secara alami menjadi bagian dari mikrobiota normal usus manusia (Pokharel *et al.*, 2023). Bakteri ini dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, misalnya melalui tangan atau benda-benda yang terkontaminasi oleh *E. coli* ke mulut (Hubaiba & Ahmad Saktiansyah, 2021). Beberapa galur *E. coli* mampu menyebabkan berbagai penyakit, seperti *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC) yang memicu diare akut dan kronis, *Uropathogenic E. coli* (UPEC) yang menjadi penyebab infeksi saluran kemih, *Neonatal Meningitis E. coli* (NMEC) yang memicu neonatal meningitis, serta *Septicemia-associated E. coli* (SEPEC) yang dapat menyebabkan bakteremia dan sepsis (Pokharel *et al.*, 2023). Beberapa studi menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki resistensi yang paling tinggi terhadap antibiotik ampisilin, tetrasiklin, dan siprofloksasin (Amancha *et al.*, 2023; García-béjar *et al.*, 2021; Kasanga *et al.*, 2024; Kibret & Abera, 2011; Wibawati *et al.*, 2023).

S. aureus adalah bakteri Gram positif yang hidup di kulit manusia dan menyebabkan infeksi kulit, seperti impetigo, serta berbagai infeksi lainnya, seperti pneumonia dan osteomielitis (Giudice, 2020; Yamazaki *et al.*, 2024). Kemampuan *S. aureus* untuk menyebar melalui kontak antar manusia menyulitkan pengendalian penyebarannya, menyebabkan mudahnya penyebaran bakteri *S. aureus* yang resisten (Yamazaki *et al.*, 2024). Hal ini dibuktikan oleh studi yang menunjukkan *S. aureus* memiliki resistensi paling tinggi terhadap antibiotik eritromisin, tetrasiklin, penisilin-G (An *et al.*, 2024; Gülbay & Do, 2024).

Penggunaan antibiotik yang tidak rasional, termasuk praktik swamedikasi tanpa resep, telah diidentifikasi sebagai salah satu pendorong utama resistensi antimikroba di berbagai negara berkembang. Akses yang mudah terhadap antibiotik, penggunaan sisa obat dari resep sebelumnya, serta rendahnya kesadaran masyarakat terkait dampak resistensi menyebabkan paparan subterapeutik yang memfasilitasi seleksi bakteri resisten. Studi epidemiologi menunjukkan bahwa prevalensi swamedikasi dengan antibiotik seperti amoksisilin di tingkat komunitas berkontribusi signifikan terhadap meningkatnya resistensi di populasi umum (Rahman *et al.*, 2022; Adenaya *et al.*, 2025).

Lingkungan rumah sakit merupakan salah satu titik kritis penyebaran resistensi antimikroba, terutama terkait infeksi nosokomial yang disebabkan oleh bakteri seperti *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Enterobacteriaceae* penghasil ESBL. Faktor yang berperan antara lain lemahnya praktik pencegahan infeksi, tingginya kepadatan pasien, serta penggunaan antibiotik profilaksis yang berlebihan. Kombinasi faktor-faktor ini menciptakan tekanan seleksi yang tinggi di fasilitas kesehatan dan mendorong munculnya strain bakteri multiresisten yang sulit ditangani (Ugoala, 2023).

Selain faktor manusia, penggunaan antibiotik di sektor peternakan dan dampak lingkungan juga berkontribusi terhadap penyebaran resistensi. Antibiotik yang diberikan pada hewan produksi tidak hanya memicu resistensi pada mikrobiota hewan, tetapi juga memungkinkan transfer gen resistensi melalui rantai makanan dan kontak langsung dengan manusia. Kontaminasi lingkungan oleh limbah peternakan yang mengandung residu antibiotik memperkuat reservoir bakteri resisten di ekosistem alami. Pendekatan lintas sektor menjadi penting untuk memutus jalur transmisi resistensi yang melibatkan interaksi manusia, hewan, dan lingkungan (Horvat & Kovačević, 2025; Adenaya *et al.*, 2025).

Berdasarkan studi-studi sebelumnya, diketahui bahwa bakteri *E. coli* menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi terhadap antibiotik ampicilin, tetrasiklin, dan siprofloksasin, dan *S. aureus* terhadap antibiotik eritromisin, tetrasiklin, dan penisilin-G (Amancha *et al.*, 2023; An *et al.*, 2024; García-béjar *et al.*, 2021; Gülbay & Do, 2024; Kasanga *et al.*, 2024; Kibret & Abera, 2011; Wibawati *et al.*, 2023). Sehingga berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana pola resistensi antibiotik pada bakteri *E. coli* terhadap antibiotik ampicilin, tetrasiklin, dan siprofloksasin, dan *S. aureus* terhadap antibiotik eritromisin, tetrasiklin, dan penisilin-G. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola resistensi pada *E. coli* dan *S. aureus* terhadap antibiotik-antibiotik tersebut. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah di bidang kesehatan, terutama mengenai resistensi antibiotik pada *E. coli* dan *S. aureus* yang merupakan dua bakteri patogen penting dengan tingkat resistensi yang tinggi.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka dengan pendekatan naratif deskriptif untuk menganalisis resistensi antibiotik pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Proses penelitian dilakukan dengan mengumpulkan serta menelaah berbagai literatur ilmiah yang relevan. Sumber literatur diperoleh melalui basis data ilmiah seperti Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect. Artikel yang dipilih berfokus pada studi terkait pola sensitivitas antibiotik terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dan ditentukan berdasarkan kesesuaiannya dengan topik penelitian, tanpa penerapan kriteria seleksi ketat sebagaimana pada tinjauan sistematis. Informasi yang diperoleh kemudian dianalisis dan disusun dalam bentuk naratif deskriptif untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pola resistensi kedua bakteri terhadap berbagai antibiotik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sebanyak dua belas artikel dianalisis dalam penelitian ini untuk mengevaluasi pola sensitivitas antibiotik pada *E. coli* dan *S. aureus*. Sumber isolat yang beragam, meliputi sampel klinis, fasilitas kesehatan, sektor peternakan, dan pangan, memungkinkan pemetaan pola resistensi yang lebih luas dan representatif.

Tabel 1. Data Hasil Tinjauan Literatur

No	Bakteri	Antibiotik	Pola Sensitivitas (%)		Pustaka
			Sensitif	Resisten	
1	<i>E. coli</i>	Ampisilin	47,6	52,4	(Kebede <i>et al.</i> , 2025)
2			3	97	(Kindie <i>et al.</i> , 2024)
3			17	83	(Nwankwo <i>et al.</i> , 2025)
4		Tetrasiklin	28,6	61,9	(Kebede <i>et al.</i> , 2025)
5			75	25	(Imasari <i>et al.</i> , 2024)
6			2,7	97,3	(Niasono <i>et al.</i> , 2019)
7		Siprofloksasin	77,8	16,7	(Gunawan <i>et al.</i> , 2018)
8			54,1	45,9	(Niasono <i>et al.</i> , 2019)
9			66,67	29,17	(Putri <i>et al.</i> , 2023)
10	<i>S. aureus</i>	Eritromisin	72,73	27,27	(Mohamed <i>et al.</i> , 2025)
11			39,13	60,86	(Degi <i>et al.</i> , 2025)
12			52,7	47,3	(AbdelHalim <i>et al.</i> , 2025)
13		Tetrasilin	66,7	33,3	(Kebede <i>et al.</i> , 2025)
14			80,43	19,56	(Degi <i>et al.</i> , 2025)
15			79	21	(Yosyana <i>et al.</i> , 2025)
16		Penisilin-G	38	50	(Yosyana <i>et al.</i> , 2025)
17			7,2	97,6	(Kindie <i>et al.</i> , 2024)
18			75	25	(Gharaibeh <i>et al.</i> , 2025)

Analisis Pola Resistensi *E. coli*

Isolasi *E. coli* dilakukan dari berbagai sumber yang mencerminkan karakteristiknya sebagai bakteri enterik dengan kemampuan transmisi lintas inang dan lingkungan. Kebede *et al.* (2025) melaporkannya dari urin pasien infeksi saluran kemih dengan tingkat resistensi ampicilin sebesar 52,4%, menegaskan peran *uropathogenic E. coli* sebagai penyebab utama *urinary tract infection* sekaligus menunjukkan tantangan klinis akibat resistensi terhadap antibiotik lini pertama. Selain itu, Gunawan *et al.* (2018) mengidentifikasi *E. coli* dari sampel feses manusia dengan sensitivitas siprofloksasin yang masih tinggi (77,8%), mencerminkan efektivitas yang relatif baik dari golongan kuinolon pada isolat klinis yang berasal dari flora usus normal yang berpotensi berubah patogen ketika berpindah ke lokasi ekstraintestinal.

Sumber isolasi dari sektor pangan dan peternakan juga berperan besar dalam penyebaran *E. coli* resisten. Imasari *et al.* (2024) menemukan isolat pada tangan pedagang ayam dengan sensitivitas tetrasiklin sebesar 75%, yang menunjukkan paparan antibiotik yang lebih rendah pada rantai distribusi pangan. Sebaliknya, Niasono *et al.* (2019) melaporkan isolat dari *swab* sepatu bot kandang ayam dengan resistensi tetrasiklin sangat tinggi (97,3%), menggambarkan dampak penggunaan tetrasiklin sebagai *growth promoter* di peternakan yang meningkatkan tekanan seleksi resistensi. Putri *et al.* (2023) juga mendeteksi *E. coli* pada ceker ayam, menyoroti risiko zoonotik melalui pangan terkontaminasi, sedangkan Nwankwo *et al.* (2025) mencatat resistensi ampicilin mencapai 83% pada isolat dari kloaka unggas, air, dan permukaan kandang, menguatkan bukti bahwa lingkungan peternakan berfungsi sebagai reservoir utama bakteri resisten.

Faktor lingkungan rumah sakit turut menjadi jalur penting penyebaran *E. coli* resisten. Kindie *et al.* (2024) melaporkan isolasi dari *swab* gaun tenaga kesehatan, ponsel, dan stetoskop dengan sensitivitas ampicilin mencapai 97%, yang mungkin dipengaruhi oleh pengendalian antibiotik yang ketat di fasilitas tersebut, meskipun potensi transmisi nosokomial tetap ada akibat praktik pencegahan infeksi yang kurang optimal.

Kombinasi temuan ini menunjukkan adanya variasi pola resistensi *E. coli* yang erat kaitannya dengan sumber isolat dan tingkat paparan antibiotik di setiap sektor. Isolat klinis lebih merefleksikan pola resistensi akibat penggunaan terapeutik, sedangkan isolat peternakan dan pangan menyoroti dampak penggunaan antibiotik pada hewan dan risiko transmisinya ke manusia. Hal ini mempertegas pentingnya pendekatan *One Health* dalam memantau dan mengendalikan resistensi lintas manusia, hewan, dan lingkungan.

Analisis Pola Resistensi *S. aureus*

S. aureus diisolasi dari berbagai sumber yang mencerminkan sifatnya sebagai patogen oportunistik. Mohamed *et al.* (2025) melaporkan isolat dari darah dengan tingkat sensitivitas eritromisin sebesar 72,73%, menunjukkan efektivitas yang masih cukup baik dari antibiotik ini pada kasus infeksi sistemik seperti sepsis. Namun, AbdelHalim *et al.* (2025) menemukan *S. aureus* pada sampel darah urin, cairan pleura, cairan serebrospinal (CSF), dan pus luka dengan tingkat resistensi eritromisin sebesar 47,3%, menandakan adanya variasi pola resistensi pada isolat klinis yang terpapar antibiotik intensif di rumah sakit. Hal ini menegaskan tantangan penanganan infeksi invasif pada pasien rawat inap akibat pergeseran sensitivitas yang signifikan.

Selain sumber klinis, *S. aureus* juga diisolasi dari sektor peternakan, khususnya susu sapi (Degi *et al.*, 2025; Yosyana *et al.*, 2025) dan susu domba (Gharaibeh *et al.*, 2025), yang berkaitan erat dengan mastitis pada hewan perah. Degi *et al.* (2025) melaporkan resistensi eritromisin mencapai 60,86% pada isolat susu sapi, menunjukkan potensi penyebaran strain resisten ke manusia melalui rantai pangan, terutama dari produk susu yang tidak dipasteurisasi. Namun, pada antibiotik tetrasiklin, isolat dari susu sapi justru menunjukkan tingkat sensitivitas tertinggi (80,43%), berbeda dengan isolat klinis yang dilaporkan Kebede *et al.* (2025) dengan sensitivitas hanya 66,7%. Perbedaan ini mencerminkan adanya variasi tekanan seleksi antibiotik antara penggunaan di sektor kesehatan dan peternakan.

Fasilitas kesehatan juga menjadi titik penting penyebaran *S. aureus* resisten. Kindie *et al.* (2024) mengidentifikasi bakteri ini dari gaun tenaga medis, ponsel, dan stetoskop dengan resistensi penisilin-G yang sangat tinggi (97,6%), konsisten dengan prevalensi *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) di lingkungan medis. Resistensi dominan terhadap penisilin-G menjadikan antibiotik ini tidak lagi efektif untuk mayoritas isolat, sehingga memperkuat urgensi penggunaan antibiotik yang lebih terkontrol di rumah sakit. Secara keseluruhan, pola resistensi *S. aureus* bervariasi sesuai sumber isolat, di mana isolat klinis cenderung menunjukkan resistensi yang lebih luas akibat paparan antibiotik intensif, sementara isolat hewan perah menyiratkan risiko transfer galur resisten melalui pangan. Kombinasi temuan ini menegaskan pentingnya pengendalian infeksi di fasilitas kesehatan, sanitasi peternakan, dan kebijakan antibiotik rasional lintas sektor untuk mencegah pergeseran resistensi yang semakin meluas.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, *E. coli* menunjukkan resistensi yang tinggi terhadap ampicilin dan tetrasiklin, terutama pada isolat yang berasal dari sektor peternakan, sementara siprofloksasin masih relatif efektif pada isolat klinis. Pada *S. aureus*, resistensi yang menonjol terlihat terhadap penisilin-G di lingkungan medis dan eritromisin pada isolat dari produk peternakan, meskipun tetrasiklin dan eritromisin masih menunjukkan efektivitas pada beberapa isolat tertentu. Pola resistensi ini dipengaruhi oleh variasi sumber isolat yang mencakup sampel klinis, lingkungan rumah sakit, peternakan, dan pangan, yang menunjukkan bahwa penyebaran bakteri resisten dapat terjadi melalui kontak langsung dengan pasien, peralatan medis yang terkontaminasi, lingkungan yang tidak higienis, maupun produk hewan yang tidak dikelola dengan baik.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penelitian ini, Ibu apt. Bertha Rusdi, PhD selaku dosen pembimbing utama dan Ibu apt. Dr. apt. Dina Mulyanti, M.Si. selaku dosen serta atas bimbingan, waktu, saran, dan ilmu yang telah diberikan untuk mendukung terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abdelhalim, M. M., Salam, S. A. A., Elgendy, M. O., Hamied, A. M. A., Alshahrani, S. M., Ibrahim, A. R. N., Sherif, H., & Aziz, A. (2025). *A Retrospective Study on the Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of Gram-Positive Cocci in a Pediatric Department : A Single-Center Report from Egypt*. 1–14.
- Abdilhussien, A. A., Farhan, Z. M., Yaseen, L. J., & Mohsein, O. A. (2025). The Clinico-Pathological Role of Horizontal Gene Transfer in the Ability of *Pseudomonas Aeruginosa* to Cause Disease in

- Lung Tissue. *European Journal of Medical and Health Research*, 3(1), 27–34. [https://doi.org/10.59324/ejmhr.2025.3\(1\).06](https://doi.org/10.59324/ejmhr.2025.3(1).06)
- Adenaya, A., Adeniran, A. A., Ugwuoke, C. L., Saliu, K., Raji, M. A., Rakshit, A., Ribas-Ribas, M., & Könneke, M. (2025). Environmental Risk Factors Contributing to the Spread of Antibiotic Resistance in West Africa. *Microorganisms*, 13(4), 951. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13040951>.
- Amancha, G., Celis, Y., Irazabal, J., Falconi, M., Villacis, K., Thekkur, P., Nair, D., Perez, F., & Verdonck, K. (2023). High levels of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella* from poultry in Ecuador. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 47, 1–9. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.15>
- An, N. Van, Hai, L. H. L., Luong, V. H., Vinh, N. T. H., Hoa, P. Q., Hung, L. Van, Son, N. T., Hong, L. T., Hung, D. V., Kien, H. T., Le, M. N., Viet, N. H., Nguyen, D. H., Pham, N. Van, Thang, T. B., Tien, T. V., & Hoang, L. H. (2024). Antimicrobial Resistance Patterns of *Staphylococcus Aureus* Isolated at a General Hospital in Vietnam Between 2014 and 2021. *Infection and Drug Resistance*, 17(January), 259–273. <https://doi.org/10.214>.
- Asfari Fauziyyah, Srie Rezeki Nur Endah, & Lina Rahmawati Rizkuloh. (2025). EVALUASI SEDIAAN GARGARISMA EKSTRAK ETANOL DAUN JERUK NIPIS (*Citrus aurantiifolia*) TERHADAP *Streptococcus mutans*. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.4927>
- Aurilio, C., Sansone, P., Barbarisi, M., Pota, V., Giaccari, L. G., Coppolino, F., Barbarisi, A., Passavanti, M. B., & Pace, M. C. (2022). Mechanisms of Action of Carbapenem Resistance. *Antibiotics*, 11(3), 421. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030421>.
- Degi, D. M., Iorgoni, V., Florea, B., & Cristina, R. T. (2025). *Antimicrobial Susceptibility Patterns of Staphylococcus spp. Isolates from Mastitic Cases in Romanian Buffaloes from Western Romania*.
- El-Sayed, M. T., Ezzat, S. M., Taha, A. S., & Ismaiel, A. A. (2022). Iron stress response and bioaccumulation potential of three fungal strains isolated from sewage-irrigated soil. *Journal of Applied Microbiology*, 132(3), 1936–1953. <https://doi.org/10.1111/jam.15372>
- Fatiha, C. N., Anggraini Dwi Ayu Fitria, & Fabianus Herman Kurniawan. (2025). HUBUNGAN TINGKAT PENGETAHUAN DENGAN SIKAP DAN PERSEPSI DOKTER DAN TENAGA KEFARMASIAN MENGENAI KEHALALAN OBAT DI RST MAGELANG. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 49–61. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.2961>.
- García-béjar, B., de Blas Martín, I. G., Arévalo-villena, M., & Pérez, A. B. (2021). High prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* isolates from retail poultry products in Spain. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113197>.
- Gharaibeh, M. H., Mahafzah, T. A., Abu-Qatouseh, L. F., Khanfar, M., & Abdulmawjood, A. (2025). Molecular characterization and antimicrobial-resistance gene profile of *Staphylococcus aureus* strains isolated from ovine mastitis in Jordan. *Veterinary World*, 270–279. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.270-279>.
- Giudice, P. D. (2020). Skin infections caused by *Staphylococcus aureus*. *Acta Dermato-Venereologica*, 100(100-year theme Cutaneous and genital infections), 208–215. <https://doi.org/10.2340/00015555-3466>

- Gülbay, S. R., & Do, M. (2024). Investigations of Antibiotic Susceptibilities of *S. aureus* Strains Isolated from Various Clinical Samples. *J Clin Microbiol Biochem Technol*, 10(1), 22–25. <https://doi.org/10.17352/jcmbt.000058>
- Gunawan, G., Nurmayani, S., Mandrasari, J., Tirtasari, K., & Kholik, K. (2018). Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from fecal samples of Bali cattle at local farm on Lombok Island. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 4(3), 10–13.
- Günther, T., Kramer-Schadt, S., Fuhrmann, M., & Belik, V. (2022). Environmental factors associated with the prevalence of ESBL/AmpC-producing *Escherichia coli* in wild boar (*Sus scrofa*). *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 980554. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.980554>
- Horvat, O., & Kovačević, Z. (2025). Human and Veterinary Medicine Collaboration: Synergistic Approach to Address Antimicrobial Resistance Through the Lens of Planetary Health. *Antibiotics*, 14(1), 38. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14010038>
- Hubaiba, U., & Ahmad Saktiansyah, L. O. (2021). Analisis Kandungan *Escherichia coli* pada Minuman Thai Tea di Kecamatan Puuwatu Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. *Nursing Care and Health Technology Journal (NCHAT)*, 1(2), 110–116. <https://doi.org/10.56742/nchat.v1i2.9>
- Imasari, T., Vega Nela, F., Agung Hariyanto, M., Hidayah, A., Laboratorium Medis, T., Teknologi dan Manajemen Kesehatan, F., & Timur, J. (2024). Deteksi *Escherichia coli* dan uji sensitivitas antibiotik amoxicillin dan tetrasiklin terhadap swab tangan pedagang ayam di Kediri. *Jurnal Sintesis*, 5(2), 2024.
- Kasanga, M., Shempela, D. M., Daka, V., Mwikisa, M. J., Sikalima, J., Chanda, D., & Mudenda, S. (2024). Antimicrobial resistance profiles of *Escherichia coli* isolated from clinical and environmental samples: findings and implications. *JAC-Antimicrobial Resistance*, 6(2). <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlae061>
- Kebede, D., Shiferaw, Y., Kebede, E., & Demsiss, W. (2025). Antimicrobial susceptibility and risk factors of uropathogens in symptomatic urinary tract infection cases at Dessie Referral Hospital, Ethiopia. *BMC Microbiology*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-025-03842-7>
- Kibret, M., & Abera, B. (2011). Antimicrobial susceptibility patterns of *E. coli* from clinical sources in northeast Ethiopia. *African Health Sciences*, 11(1).
- Kindie, S., Mengistu, G., Kassahun, M., Admasu, A., & Dilnessa, T. (2024). Bacterial profile and antimicrobial susceptibility patterns of isolates from inanimate objects used by healthcare professionals at Debre Markos Comprehensive Specialized Hospital, Northwest Ethiopia. *PLoS ONE*, 19(11 November 2024), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313474>
- 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. 15(2), 87–99. <https://doi.org/10.4236/ojmm.2025.152007>
- Niasono, A. B., Latif, H., & Purnawarman, T. (2019). Resistensi antibiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* yang diisolasi dari peternakan ayam pedaging di Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Veteriner*, 20(2), 187–195. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.2.187>

- Nur, S., Putra, P., Garna, H., & Rizki Akbar, M. (n.d.). *Hubungan Indeks Massa Tubuh, Kualitas Tidur, dan Tekanan Darah dengan Tingkat Stres Karyawan Pabrik PT Primastra Sandang Lestari Bandung Tahun 2022*. <https://journals.sangkuriangpublisher.com/pharmacomedic>.
- Nwankwo, I. O., Atanu, S. J., Ezenduka, E. V., & Agada, G. O. A. (2025). Society of land measurements handlers: A case study. *Notulae Scientia Biologicae*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.15835/nsb17112242>
- Pokharel, P., Dhakal, S., & Dozois, C. M. (2023). The Diversity of Escherichia coli Pathotypes and Vaccination Strategies against This Versatile Bacterial Pathogen. *Microorganisms*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020344>.
- Prestinaci, F., Pezzotti, P., & Pantosti, A. (2015). Antimicrobial resistance: A global multifaceted phenomenon. *Pathogens and Global Health*, 109(7), 309–318. <https://doi.org/10.1179/2047773215Y.0000000030>.
- Putri, Y. S., Anggaeni, T. T. K., & Pratama, A. (2023). Isolasi Bakteri Escherichia coli Resistan Antibiotik pada Ceker Ayam di Pasar Tradisional di Kecamatan Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Veteriner*, 24(1), 129–137. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2023.24.1.129>.
- Rahman, M. M., Alam Tumpa, M. A., Zehravi, M., Sarker, M. T., Yamin, M., Islam, M. R., Harun-Or-Rashid, M., Ahmed, M., Ramproshad, S., Mondal, B., Dey, A., Damiri, F., Berrada, M., Rahman, M. H., & Cavalu, S. (2022). An Overview of Antimicrobial Stewardship Optimization: The Use of Antibiotics in Humans and Animals to Prevent Resistance. *Antibiotics*, 11(5), 667. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050667>
- Salam, M. A., Al-Amin, M. Y., Salam, M. T., Pawar, J. S., Akhter, N., Rabaan, A. A., & Alqumber, M. A. A. (2023). Antimicrobial Resistance: A Growing Serious Threat for Global Public Health. *Healthcare (Switzerland)*, 11(13), 1–20. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131946>
- Ugoala, E. (2023). Antimicrobial Drug Resistance: A Systematic Review and Assessment of Resistant Pathogen Infection Prevention and Control. *Trends in Medical Research*, 18(1), 36–57. <https://doi.org/10.3923/tmr.2023.36.57>.
- Wagenlehner, F. M. E., & Dittmar, F. (2022). Re: Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance in 2019: A Systematic Analysis. *European Urology*, 82(6), 658. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2022.08.023>.
- Wibawati, P. A., Hartadi, E. B., Kartikasari, A. M., Wardhana, D. K., & Abdramanov, A. (2023). Prevalence and profile of antimicrobial resistance in Escherichia coli isolated from broiler meat in East Java, Indonesia. *International Journal of One Health*, 9(1), 27–31. <https://doi.org/10.14202/IJOH.2023.27-31>.
- Yamazaki, Y., Ito, T., Tamai, M., Nakagawa, S., & Nakamura, Y. (2024). The role of Staphylococcus aureus quorum sensing in cutaneous and systemic infections. *Inflammation and Regeneration*, 44(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s41232-024-00323-8>.
- Yosyana, A. R. P., Salasia, S. I. O., Wasissa, M., Alhadz, G. G., & Aziz, F. (2025). Deteksi resistensi antibiotik *Staphylococcus aureus* isolat asal sapi perah dan hewan kesayangan di Yogyakarta dan Jawa Tengah Indonesia. *Jurnal Sain Veteriner*, 43(1), 20–33. <https://doi.org/10.22146/jsv.93905>.