

Analisis Komparatif Metode Difusi Sumuran dan Difusi Cakram dalam Evaluasi Aktivitas Antibakteri Ciprofloxacin terhadap *Escherichia coli* ATCC 35218

Afivudien Muhammad,^{1*} Eko Andriyanto,¹

¹Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Korespondensi Penulis:	Riwayat Artikel:	
037104404@uii.ac.id	Dikirim:	27 Novemver 2025
	Diterima:	31 Januari 2026
	Terbit:	31 Januari 2026

Artikel Penelitian

Abstrak

Latar Belakang: Uji aktivitas antibakteri merupakan prosedur fundamental dalam farmakologi untuk menentukan potensi suatu agen antimikroba. Terdapat dua teknik utama dalam metode difusi agar yang umum digunakan, yaitu metode difusi cakram (*disc diffusion*) dan difusi sumuran (*well diffusion*). Pemilihan metode yang tepat sangat krusial karena variasi teknik dapat memengaruhi akurasi pengukuran zona hambat, terutama pada bakteri patogen seperti *Escherichia coli*. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dan sensitivitas antara metode Kirby-Bauer (cakram) dan metode sumuran dalam mengukur diameter zona hambat antibiotik Ciprofloxacin terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 35218. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratoris. Pengujian dilakukan dengan memaparkan biakan *Escherichia coli* ATCC 35218 terhadap antibiotik Ciprofloxacin menggunakan dua metode difusi yang berbeda. Analisis data dilakukan untuk membandingkan diameter zona hambat yang terbentuk menggunakan uji statistik T berpasangan (*Paired T-test*) untuk menentukan signifikansi perbedaan antar kelompok. **Hasil:** Hasil pengukuran menunjukkan bahwa metode difusi sumuran menghasilkan diameter zona hambat yang lebih besar dan konsisten dibandingkan metode difusi cakram. Analisis statistik mengonfirmasi bahwa metode sumuran memiliki sensitivitas yang lebih optimal dalam mendeteksi aktivitas antibakteri Ciprofloxacin pada kondisi eksperimental ini. **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan yang signifikan antara metode difusi sumuran dan difusi cakram. Metode difusi sumuran terbukti lebih efektif dibandingkan metode cakram dalam pengujian aktivitas antibakteri Ciprofloxacin terhadap *Escherichia coli*, sehingga pemilihan teknik difusi harus disesuaikan dengan kebutuhan sensitivitas pengujian.

Kata kunci: uji aktivitas antibakteri; Ciprofloxacin; *Escherichia coli*; difusi sumuran; difusi cakram; zona hambat.

Abstract

Background: Antibacterial activity testing is a fundamental pharmacological procedure used to determine the potency of antimicrobial agents. There are two primary techniques within the agar diffusion method: the *disc diffusion* method and the *well diffusion* method. Selecting the appropriate method is crucial, as technical variations can significantly influence the accuracy of *zone of inhibition* measurements, particularly for pathogenic bacteria such as *Escherichia coli*. **Objective:** This study aims to compare the effectiveness and sensitivity of the **Kirby-Bauer (disc diffusion)** method versus the *well diffusion* method in measuring the diameter of the inhibition zone of the antibiotic **Ciprofloxacin** against *Escherichia coli* ATCC 35218. **Methods:** This research is a laboratory experimental study. The testing was conducted by exposing cultures of *Escherichia coli* ATCC 35218 to Ciprofloxacin using two distinct diffusion methods. Data analysis was performed to compare the resulting inhibition zone diameters using a **Paired T-test** to determine the statistical significance of the differences between the groups. **Results:** The measurements demonstrated that the well diffusion method produced larger and more consistent inhibition zone diameters compared to the disc diffusion method. Statistical analysis confirmed that the well diffusion method possesses more optimal sensitivity in detecting the antibacterial activity of Ciprofloxacin under these experimental conditions. **Conclusion:** There is a significant difference between the well diffusion and disc diffusion methods. The well diffusion method proved to be more effective than the disc method in testing the antibacterial activity of Ciprofloxacin against *Escherichia coli*; therefore, the selection of a diffusion technique should be tailored to the required sensitivity of the assay.

Keywords: antibacterial activity test; Ciprofloxacin; *Escherichia coli*; well diffusion; disc diffusion; zone of inhibition.



LATAR BELAKANG

Di laboratorium sering sekali pengujian aktivitas antibakteri dengan menggunakan bahan alam maupun dengan obat antibiotik . Untuk pengujian aktivitas antibakteri ini ada beberapa metode antara lain metode yaitu metode dilusi dan metode difusi, sedangkan untuk metode difusi ini ada beberapa teknik perlakuannya diantaranya metode sumuran dan metode disk cakram.

Pada kedua metode ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing, untuk metode disk cakram ini kelebihannya yaitu paling sering digunakan dalam penelitian, dalam pengujiannya dapat dilakukan lebih banyak dalam satu kali percobaan, untuk tenaga dan biaya juga lebih ringan. Untuk kekurangan metode disk cakram ini adalah dalam penghambatan bakterisid atau bakteriostatiknya tidak dapat diketahui secara pasti. Sedangkan untuk kelebihan dari metode sumuran yaitu dalam pengamatan hasil zona hambat yang terbentuk lebih jelas dikarenakan isolat bakteri akan terbentuk sampai bawah. Tetapi untuk kekurangan metode sumuran ini yaitu jarang digunakan dalam penelitian dikarenakan lebih rumit dalam pengerjaannya.¹ Sebenarnya untuk kedua metode ini mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk mengamati diameter zona hambat yang terbentuk dalam pengujian aktivitas antibakteri, tetapi ada perbedaan dalam langkah kerjanya.²

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya mengenai perbandingan metode sumuran dan metode disk cakram ini memperoleh hasil yang berbeda-beda. Penelitian yang dilakukan oleh Sri dewi Haryati pada tahun 2017 dengan judul “Perbandingan Efek Ekstrak Buah Alpukat Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dengan Metode Disk dan Sumuran” ini diperoleh hasil yaitu zona hambat terbentuk lebih besar pada metode sumuran. Sedangkan penelitian yang dikerjakan oleh Sivri, et, al pada tahun 2018 yang juga membandingkan metode sumuran dan disk cakram dalam penelitiannya tentang minyak esensial berbagai tanaman yang diujikan terhadap *Rhizobium* sp, diperoleh hasil zona hambatnya lebih besar pada metode disk cakram.³ Pada tahun 2020 juga dilakukan penelitian kembali oleh Yuhanida dkk yang membandingkan metode sumuran dan disk cakram tersebut yaitu tentang aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah terhadap *Staphylococcus aureus*, dalam penelitian ini hasil yang diperoleh yaitu tidak ada perbedaan zona hambat yang terbentuk.⁴

Ciprofloxacin adalah agen antibiotik dalam kelas fluoroquinolone yang digunakan untuk mengobati infeksi bakteri seperti infeksi saluran kemih dan pneumonia. Ciprofloxacin memiliki persetujuan FDA untuk mengobati infeksi saluran kemih, infeksi menular seksual (gonore dan chancroid), infeksi kulit, tulang, sendi, prostatitis, demam tifoid, infeksi saluran cerna, infeksi saluran pernapasan bagian bawah, antraks, pes, dan salmonellosis. Selain itu, ciprofloxacin merupakan pilihan pengobatan yang tepat pada pasien dengan infeksi campuran atau pasien dengan faktor predisposisi untuk infeksi Gram negatif. Kegiatan ini mencakup ciprofloksasin, antibiotik kuinolon

spektrum luas yang perlu ditinjau ulang oleh anggota tim interprofesional untuk meninjau indikasi, cakupan, kontraindikasi, dan profil efek sampingnya untuk mengelola penyakit infeksi pasien secara optimal.⁵

METODE

Penelitian ini merupakan studi eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk mengevaluasi perbedaan efektivitas antara metode Kirby-Bauer (difusi cakram) dan metode sumuran (well diffusion) dalam mengukur diameter zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli*. Prosedur penelitian dimulai dengan standarisasi suspensi bakteri *E. coli* menggunakan standar McFarland 0,5. Pengujian dilakukan pada media Mueller-Hinton Agar (MHA) dengan membandingkan empat konsentrasi antibiotik ciprofloksasin, yaitu 2%, 1%, 0,5%, dan 0,25%. Akuades steril digunakan sebagai kontrol negatif. Setelah perlakuan, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan menggunakan instrumen Scan Auto 500 untuk memastikan akurasi data dalam satuan milimeter (mm).

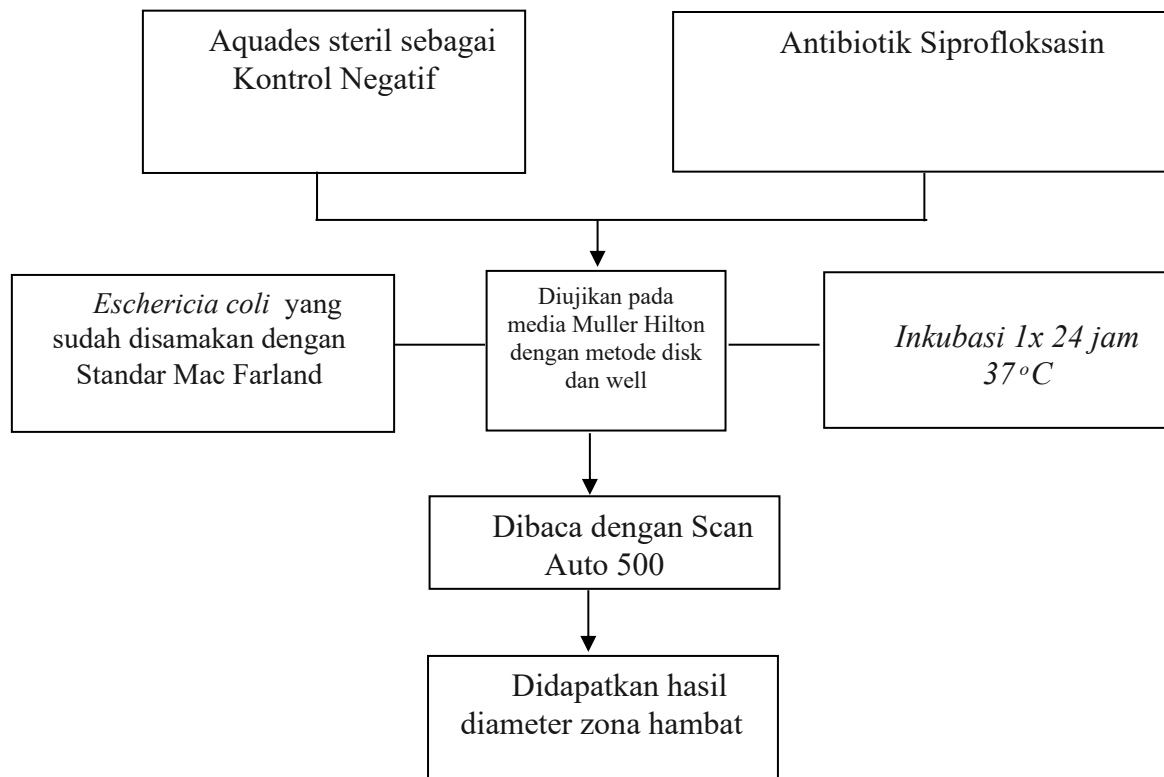
HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan efektivitas antara metode Kirby-Bauer berbasis cakram (disk diffusion) dan metode sumuran (well diffusion) dalam mengukur diameter zona hambat (dalam satuan mm) terhadap *Escherichia coli* dengan menggunakan antibiotik ciprofloksasin. Berdasarkan hasil yang diperoleh, pada konsentrasi 2%, rerata diameter zona hambat yang dihasilkan oleh metode disk adalah 40,2 mm, sedangkan metode well menghasilkan diameter sebesar 43,04 mm. Pada konsentrasi 1%, metode disk menunjukkan zona hambat sebesar 38,6 mm, sementara metode well menunjukkan 42,54 mm. Untuk konsentrasi 0,5%, zona hambat yang terbentuk melalui metode disk adalah 37,92 mm, sedangkan melalui metode well adalah 40,68 mm. Adapun pada konsentrasi 0,25%, rerata diameter zona hambat pada metode disk tercatat sebesar 36,44 mm, dan pada metode well sebesar 38,96 mm. Temuan ini mengindikasikan adanya perbedaan ukuran zona hambat antara kedua metode, yang dapat mencerminkan perbedaan difusi dan efektivitas antibiotik dalam masing-masing metode.

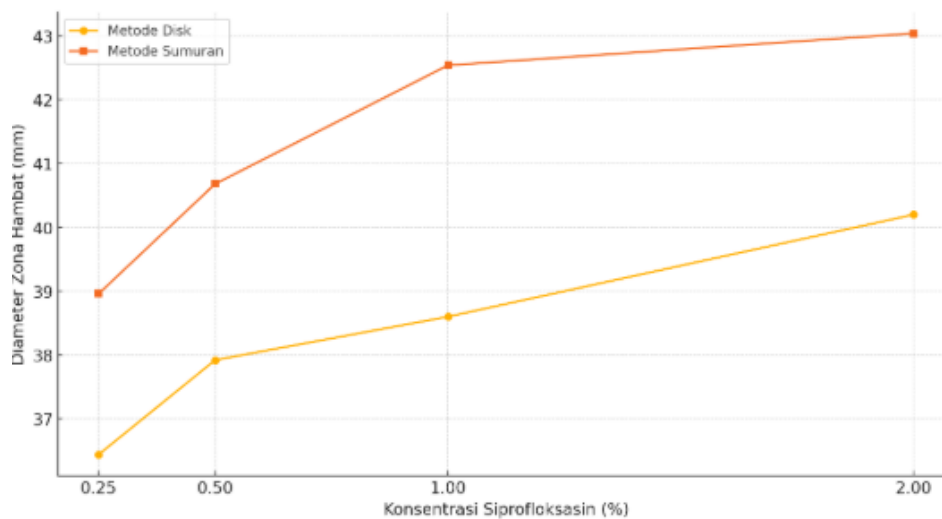
Tabel 1. Perbandingan Rata-rata Diameter Zona Hambat Antibiotik Ciprofloksasin terhadap *Escherichia coli* Metode Kirby-Bauer dan Metode Sumuran)

Konsentrasi Ciprofloksasin (%)	Diameter Zona Hambat (mm) Metode Disk	Diameter Zona Hambat (mm) Metode Sumuran
0,25	36,44	38,96
0,5	37,92	40,68
1	38,60	42,54
2	40,20	43,04

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur zona hambat yang dihasilkan oleh antibiotik ciprofloksasin terhadap bakteri *Escherichia coli* pada metode metode Kirby-Bauer berbasis cakram (disk diffusion) dan metode sumuran (well diffusion). Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat variasi diameter zona hambat pada setiap konsentrasi antibiotik yang digunakan, baik pada metode disk maupun metode sumuran. Pada konsentrasi 2%, rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan oleh metode disk adalah 40,2 mm, sementara metode sumuran menghasilkan diameter sebesar 43,04 mm. Pada konsentrasi 1%, diameter zona hambat yang diukur dengan metode disk adalah 38,6 mm, sedangkan metode sumuran menunjukkan diameter sebesar 42,54 mm. Selanjutnya, pada konsentrasi 0,5%, zona hambat yang dihasilkan oleh metode disk tercatat sebesar 37,92 mm, sedangkan metode sumuran menghasilkan 40,68 mm. Adapun pada konsentrasi 0,25%, rerata diameter zona hambat pada metode disk sebesar 36,44 mm, dan pada metode sumuran sebesar 38,96 mm. Perbedaan hasil tersebut mengindikasikan adanya variasi dalam kemampuan difusi antibiotik melalui media padat yang digunakan oleh masing-masing metode. Hal ini menunjukkan bahwa metode sumuran cenderung menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan metode cakram, yang dapat mencerminkan perbedaan efektivitas dan penetrasi antibiotik dalam kedua metode uji tersebut.



Gambar 1. Alur Prosedur Pemeriksaan



Gambar 1. Perbandingan Rata-rata Diameter Zona Hambat Antibiotik Ciprofloksasin terhadap *Escherichia coli* (Metode Kirby-Bauer dan Metode Sumuran)

PEMBAHASAN

Secara umum metode sumuran cenderung menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan metode disk, terutama pada konsentrasi tinggi yaitu ciprofloksasin 2 % dan 1%. Pada konsentrasi 0.5% dan 0.25% perbedaan antara metode sumuran dan disk tidak terlalu signifikan sehingga menunjukkan bahwa pada pada konsentrasi ini tidak terlalu berpengaruh dengan perbedaan metode yang dibandingkan.

Berdasarkan penelitian tersebut efektivitas antibakteri yang dihasilkan semakin tinggi konsentrasi antibiotiknya semakin besar pula zona hambat yang dihasilkan, hal ini menunjukkan bahwa penggunaan cairan dalam metode sumuran lebih efektif pada konsentrasi tinggi. Pada konsentrasi yang lebih rendah zona hambat yang dihasilkan pada kedua metode tersebut masih terbentuk dengan baik, tetapi perbedaanya lebih kecil. Perbandingan efektivitas metode Kirby-Bauer menggunakan disk (cakram) dan well (sumuran) dalam mengukur zona hambat antibiotik ciprofloksasin terhadap *Escherichia coli* pada berbagai konsentrasi.

Berdasarkan data, diameter zona hambat pada metode well (sumuran) konsisten lebih tinggi dibandingkan metode disk (cakram) pada seluruh konsentrasi yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa metode well lebih sensitif dalam menghasilkan zona hambat yang lebih besar untuk semua konsentrasi ciprofloksasin yang digunakan.. Pada konsentrasi 2%, metode disk menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 40.2 mm, sedangkan metode well mencapai 43.04 mm. Seiring penurunan konsentrasi menjadi 1%, 0.5%, dan 0.25%, diameter zona hambat menurun untuk kedua metode, tetapi metode well tetap menunjukkan zona hambat yang lebih besar di setiap konsentrasi. Ini

menunjukkan bahwa metode well lebih efektif dalam mendeteksi pengaruh antibiotik meskipun pada konsentrasi rendah.

Penurunan konsentrasi ciprofloksasin dari 2% ke 0.25% menunjukkan penurunan signifikan dalam ukuran zona hambat pada kedua metode, yang konsisten dengan sifat antibiotik yang efektivitasnya meningkat pada konsentrasi yang lebih tinggi. Namun, metode well menunjukkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan metode disk pada semua konsentrasi, yang mungkin menunjukkan penyerapan antibiotik yang lebih baik pada metode sumuran sehingga bakteri lebih terpapar dengan antibiotik.

Perbedaan ini dapat dijelaskan berdasarkan prinsip difusi yang terjadi pada masing-masing metode. Pada metode cakram, antibiotik yang teradsorpsi pada cakram akan berdifusi keluar secara perlahan ke dalam media agar, sehingga proses difusi sangat bergantung pada volume dan kapasitas pelepasan antibiotik dari cakram yang terbatas. Sebaliknya, pada metode sumuran, volume larutan antibiotik yang dimasukkan ke dalam sumur umumnya lebih besar sehingga konsentrasi antibiotik yang terdistribusi ke dalam media agar juga relatif lebih tinggi. Hal ini memungkinkan terjadinya gradien konsentrasi yang lebih luas di sekitar sumuran, menghasilkan diameter zona hambat yang lebih besar.⁶⁻¹⁰

Selain itu, ukuran molekul ciprofloxacin yang relatif kecil memungkinkan difusi yang baik pada kedua metode, namun efek konsentrasi dan volume pada metode sumuran tetap memberi kontribusi signifikan terhadap ukuran zona hambat. Faktor lain seperti ketebalan media agar, suhu inkubasi, dan kepadatan inokulum juga dapat mempengaruhi pembentukan zona hambat, namun dalam penelitian ini variabel-variabel tersebut dikontrol agar tidak mempengaruhi perbandingan antara kedua metode. Perbedaan hasil antara kedua metode ini penting untuk diperhatikan dalam interpretasi hasil uji aktivitas antibakteri, terutama pada penelitian skrining bahan alam atau formulasi antibiotik baru, agar pemilihan metode sesuai dengan tujuan penelitian. Metode sumuran dapat digunakan untuk memperoleh indikasi awal potensi antibakteri dengan sensitivitas zona hambat yang lebih besar, sementara metode cakram tetap relevan untuk uji sensitivitas klinis yang memerlukan standarisasi tinggi.^{7,8,11-15}

Penelitian ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan Agatha pada tahun 2021 tentang Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Well Diffusion dan Kirby bauer Terhadap Pertumbuhan Bakteri. Hasilnya disebutkan bahwa uji aktivitas antibakteri yang dilakukan dengan metode well diffusion atau sumuran memiliki zona hambat lebih besar dibandingkan dengan ujia aktivitas antibakteri yang dilakukan dengan metode kirby bauer atau disk.⁸ Menurut penelitian yang

dilakukan oleh Eka Prayogo juga menyebutkan bahwa hasil penelitiannya pada metode well zona hambatnya lebih besar dibandingkan dengan metode cakram.^{9,16-20}

Secara umum, metode Kirby-Bauer menggunakan well dapat dianggap lebih efektif dan sensitif dibandingkan metode disk dalam menentukan zona hambat antibiotik terhadap bakteri, terutama pada kasus ini dengan antibiotik ciprofloksasin terhadap *E. coli*. Adanya perbedaan hasil zona hambat antara kedua metode dapat disebabkan oleh perbedaan bentuk dan mekanisme distribusi antibiotik dari disk dan sumuran, di mana sumuran mungkin memberikan penetrasi antibiotik yang lebih merata dan luas.^{10,22-27}

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil pengukuran zona hambat uji aktivitas antibakteri ciprofloksasin terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan metode cakram dan sumuran. Metode sumuran secara konsisten menunjukkan hasil zona hambat yang lebih besar dibandingkan dengan metode cakram.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan baik yang bersifat finansial ataupun non-finansial yang dapat mempengaruhi integritas dan obyektivitas dalam penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia karena telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Haryati SD, Darmawati S, Wilson W. Implementasi Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Untuk Peningkatan Kekayaan Intelektual Perbandingan Efek Ekstrak Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. 2017;(September):348–52.
2. Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 2016;6(2):71–9.
3. Er, Y., Sivri, N., & Mirik M. Antimicrobial activity of essential oil against *Rhizobium* (*Agrobacterium*) visiting using agar well and disc diffusion method. *Bacteriology Journal*. 2018;8(1):1–11.
4. Ratnasari Y, Aisyah R, Sutrisna EM, Dewi LM. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih Merah Terhadap *Staphylococcus Epidermidis* Dengan Metode Disk Dan Sumuran

Comparison of Antibacterial Activity of Red Betel Leaf Extract on Staphylococcus. Publikasi Ilmiah UMS. 2021;565–75.

5. Thai T, Salisbury BH Z. Ciprofloxacin. National Library of Medicine. 2023.
6. Abdel-Azim AG, Abdel-Azim GA. The Impact of Antibiotic Exposure and Concentration on Resistance in Bacteria. *Journal of Emerging Investigators*. 2016;(7):2–7.
7. Cappuccino, J. G., & Sherman N. *Microbiology: A laboratory manual*. 10th ed. 2014.
8. Sari ZAA, Febriawan R. Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode *Well Diffusion* dan *Kirby bauer* terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Medika Utama*. 2021;2(4):1156–62.
9. Prayoga E. Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. Skripsi. 2013;1–46.
10. Doughari JH. Antimicrobial activity of phytochemicals against bacteria: Review. In F. A. de Oliveira (Ed.), *Phytochemicals - A global perspective of their role in nutrition and health*. 2012;179–210.
11. Al-Khikani, F., Abdulah, H., Hamza, H., Kareem, D., Hameed, D., Husien, H., Abbas, H., & Hadi, H., 2023. Activity of crystal violet and albert stains against *Escherichia coli*. *Journal of Preventive, Diagnostic and Treatment Strategies in Medicine*, 2, pp. 169 - 173. https://doi.org/10.4103/jpdtm.jpdtm_98_23
12. Sohani, Z., Lieu, A., Semret, M., Cheng, M., Simic, N., Bamba, R., Patel, M., Lawandi, A., & Lee, T., 2025. Comparison of ciprofloxacin and aminoglycoside susceptibility testing for ceftriaxone non-susceptible Enterobacterales by disk diffusion and VITEK 2 vs. broth microdilution using updated Clinical and Laboratory Standards Institute breakpoints. *BMC Microbiology*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-03923-7>
13. Kalinen, S., Kallio, H., Kallonen, T., Knaapila, J., Lamminen, T., Huovinen, P., Boström, P., Hakanen, A., & Gunell, M., 2025. Nalidixic acid—a good marker of fluoroquinolone resistance mechanisms in *Escherichia coli*. *Microbiology Spectrum*, 13. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01974-24>
14. Farhana, F., Saha, S., Paul, S., Mosaddek, A., & Nasrin, S., 2025. Antibacterial Effect of Amlaki (*Phyllanthus emblica*) Extract Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Mymensingh medical journal : MMJ*, 34 2, pp. 513-518.
15. Ali, M., Chand, N., Khan, S., Khan, R., Maqbool, B., Naz, S., Abudabos, A., Hafeez, A., & Alhidary, I., 2025. In Vitro Screening of Antibacterial Efficacy of *Moringa oleifera* and *Thymus vulgaris* Methanolic Extracts Against Different *Escherichia coli* Strains and Their In Vivo Effects Against *E. coli*-Induced Infection in Broiler Chickens. *Veterinary Sciences*, 12. <https://doi.org/10.3390/vetsci12100957>
16. Badger, S., Abraham, S., Saputra, S., Trott, D., Turnidge, J., Mitchell, T., Caraguel, C., & Jordan, D., 2018. Relative performance of antimicrobial susceptibility assays on clinical *Escherichia coli* isolates from animals.. *Veterinary microbiology*, 214, pp. 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.12.008>
17. Rahman, M., Asaduzzaman, M., Das, S., Islam, M., Arifuzzaman, S., & Labu, Z., 2025. Biochemical Characterization and Antibiotic Susceptibility Analysis of *Escherichia coli* and *Salmonella typhi* Isolated from Clinical Sample. *Bangladesh Pharmaceutical Journal*. <https://doi.org/10.3329/bpj.v28i1.79469>
18. Han, R., Yang, X., Yang, Y., Guo, Y., Yin, D., Ding, L., Wu, S., Zhu, D., & Hu, F., 2022. Assessment of Ceftazidime-Avibactam 30/20-μg Disk, Etest versus Broth Microdilution Results

- When Tested against Enterobacterales Clinical Isolates. *Microbiology Spectrum*, 10. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01092-21>
19. Mohammed, A., & Farhan, A., 2023. Modification on Ciprofloxacin Moiety to Synthesize Some New Derivatives with Screening Antibacterial Activity. *Baghdad Science Journal*. <https://doi.org/10.21123/bsj.2023.9096>
 20. Mpangase, S., 2020. An in vitro study of the antimicrobial effect of Indigofera daleiodes plant tinctures using Disc Diffusion and Well Diffusion Assay. **. <https://doi.org/10.51415/10321/3879>
 21. Gaudreau, C., & Gilbert, H., 1997. Comparison of disc diffusion and agar dilution methods for antibiotic susceptibility testing of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* and *Campylobacter coli*. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 39 6, pp. 707-12. <https://doi.org/10.1093/jac/39.6.707>
 22. , S., , A., , B., , D., , E., & , A., 2019. Effect of Ciprofloxacin on *S. aureus* and *E. coli* Growth in Presence of Vitamin C Using Cup Cut Diffusion Method. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. <https://doi.org/10.17265/2328-2150/2019.08.003>
 23. Shohag, M., Kuddus, S., Brishty, E., Chowdhury, S., Hossain, M., Hasan, M., Khan, S., Hossain, M., & Reza, H., 2023. Post-market quality assessment of 22 ciprofloxacin brands by HPLC available in Bangladesh market. *Heliyon*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17180>
 24. Zafar, M., Atif, M., Masih, A., Nazir, M., Rafique, M., Nazir, S., & Aslam, M., 2025. SYNTHESIS OF PRASEODYMIUM GRAPHITIC-CARBON NITRIDE COMPOSITE (Pr/ g-C₃N₄) FOR THEIR BIOLOGICAL APPLICATIONS. *Journal of Medical & Health Sciences Review*. <https://doi.org/10.62019/6t38w112>
 25. Andretta, M., De Melo Tavares, R., Fusieger, A., Yamatogi, R., & Nero, L., 2024. Agreement of methods to assess antimicrobial susceptibility using *Escherichia coli* isolates as target models.. *Letters in applied microbiology*. <https://doi.org/10.1093/lambio/ovae009>
 26. Geleta, K., & Tufa, T., 2023. In vitro Efficacy Evaluation of Leading Brands of Ciprofloxacin Tablets Found in Bishoftu City Against *Salmonella* Isolates, Central Ethiopia. *Infection and Drug Resistance*, 16, pp. 1433 - 1440. <https://doi.org/10.2147/idr.s402640>
 27. Mateen, H., Faisal, R., Khizar, S., & Habib, S., 2020. EVALUATION OF SYNERGISTIC EFFECT OF *THUJAORIENTALIS* WITH CIPROFLOXACIN AGAINST *ESCHERICHIA COLI*. *Pakistan Armed Forces Medical Journal*, 70.