

Uji Aktivitas Ekstrak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Pada Bakteri (*Salmonella Typhi*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Pseudomonas Aerogenosa*, dan *Staphylococcus Epidermidis*)

Activity Test of Earthworm Extract (Lumbricus rubellus) on Bacteria (Salmonella Typhi, Escherichia Coli, Staphylococcus Aureus, Pseudomonas Aerogenosa, and Staphylococcus Epidermidis)

Bintari Tri Sukorjanti¹, Eko Retnowati^{1*}, Jeki Purnomo²

¹ Prodi S1 Farmasi/Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kudus

² Prodi Administrasi Rumah Sakit/Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Kudus

Corresponding author: Eko Retnowati | Email: ekoretnowati@umkudus.ac.id

Submitted: 24-02-2025

Revised: 26-05-2025

Accepted: 28-05-2025

ABSTRAK

Meningkatnya resistensi bakteri patogen terhadap antibiotik menjadi salah satu kendala utama dalam pengobatan infeksi, khususnya terhadap bakteri seperti *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus epidermidis*. Salah satu alternatif yang dikembangkan adalah penggunaan ekstrak alami, seperti dari cacing tanah (*Lumbricus rubellus*), yang diketahui mengandung senyawa antibakteri seperti lumbrokinase, peptida, dan enzim proteolitik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak etanol *Lumbricus rubellus* terhadap lima bakteri patogen menggunakan metode difusi cakram pada media Nutrient Agar (NA). Uji dilakukan dalam tiga konsentrasi (F1, F2, dan F3). Hasil menunjukkan zona hambat terbesar pada *Staphylococcus aureus* (16,07 mm, F2) dan *Staphylococcus epidermidis* (16,72 mm, F3), dikategorikan sebagai respon “kuat” dan “sedang”. Zona hambat pada *Salmonella typhi* berkisar antara 11,89–13,05 mm (kuat), sedangkan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* masing-masing menunjukkan respon “sedang”. Kontrol positif cefixime terhadap *Salmonella typhi* menunjukkan aktivitas sangat kuat (22,80 mm). Hasil ekstrak *Lumbricus rubellus* memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami terhadap bakteri Gram-positif dan Gram-negatif, meskipun aktivitasnya bervariasi. Kesimpulan F3 merupakan sediaan paling potensial, dengan aktivitas sedang hingga kuat terhadap hampir semua bakteri uji, khususnya *Pseudomonas aeruginosa* dan *S. epidermidis*. Ekstrak cacing tanah memperlihatkan aktivitas kuat terhadap bakteri Gram-positif, dan aktivitas sedang terhadap Gram-negatif.

Kata kunci: *Lumbricus rubellus*; zona hambat; bakteri pathogen

ABSTRACT

The increasing resistance of pathogenic bacteria to antibiotics is one of the main obstacles in the treatment of infections, especially against bacteria such as *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus epidermidis*. One alternative that has been developed is the use of natural extracts, such as from earthworms (*Lumbricus rubellus*), which are known to contain antibacterial compounds such as lumbrokinase, peptides, and proteolytic enzymes. This study aims to determine the antibacterial activity of ethanol extract of *Lumbricus rubellus* against five pathogenic bacteria using the disc diffusion method on Nutrient Agar (NA) media. The test was carried out in three concentrations (F1, F2, and F3). The results showed the largest inhibition zone in *Staphylococcus aureus* (16.07 mm, F2) and *Staphylococcus epidermidis* (16.72 mm, F3), categorized as "strong" and "moderate" responses. The inhibition zone in *Salmonella typhi* ranged from 11.89–13.05 mm (strong), while *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* each showed a "moderate" response. The positive control of cefixime against *Salmonella typhi* showed very strong activity (22.80 mm). The results of *Lumbricus rubellus* extract have potential as a natural antibacterial agent against Gram-positive and Gram-negative bacteria, although its activity varies. Conclusion F3 is the most potential preparation, with moderate to strong activity against

almost all test bacteria, especially *Pseudomonas aeruginosa* and *S. epidermidis*. Earthworm extract showed strong activity against Gram-positive bacteria, and moderate activity against Gram-negative. **Keywords:** *Lumbricus rubellus*; inhibition zone; pathogenic bacteria

PENDAHULUAN

Infeksi bakteri patogen merupakan masalah besar bagi dunia kesehatan, terutama di era resistensi antibiotik yang meningkat. Infeksi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, dan *Pseudomonas aeruginosa* adalah penyebab utama morbiditas dan kematian, terutama di negara berkembang, menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2023). Selain itu, *Staphylococcus epidermidis* dapat menyebabkan infeksi serius pada pasien imunokompromis atau pengguna alat medis seperti kateter, meskipun tergolong flora kulit biasa (Otto, 2020).

Meningkatnya resistensi antibiotik global memperparah di seluruh dunia. Lebih dari 2,8 juta infeksi bakteri resisten terjadi setiap tahun di Amerika Serikat, menyebabkan lebih dari 35.000 kematian, menurut data dari *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2019). Penggunaan antibiotik yang berlebihan, tidak tepat sasaran, dan kurangnya penemuan baru menyebabkan resistensi ini muncul (Laxminarayan et al., 2020).

Meningkatnya kasus resistensi, penelitian tentang alternatif antibiotik dari sumber alam telah berkembang pesat. Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) adalah salah satu bahan alam yang menarik perhatian para ilmuwan. Hewan ini diketahui mengandung peptida antibakteri, lumbrokinase, protease, dan fenolik dengan sifat antimikroba (Ismail et al., 2020; Widodo et al., 2021).

Difusi agar adalah inokulasi pelat agar dengan biakan dan membiarkan antibiotik berdifusi ke media agar adalah metode yang mudah untuk mengidentifikasi kerentanan organisme terhadap antibiotik. Permukaan pelat agar yang mengandung organisme yang diuji dilapisi dengan cakram atau silinder yang mengandung antibiotik. Zone hambat menunjukkan seberapa efektif antibiotik. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya memeriksa satu atau dua jenis bakteri dan tidak melakukan perbandingan langsung antara kinerja masing-masing bakteri terhadap spektrum bakteri patogen yang signifikan secara bersamaan. Selain itu, penggunaan metode difusi agar nutrisi (NA) sebagai media seleksi standar masih terbatas pada penelitian kecil.

Beberapa studi eksperimental penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak *Lumbricus rubellus* memiliki kemampuan untuk menghentikan perkembangan bakteri Gram positif dan Gram negatif. Pratiwi et al., (2021) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol cacing tanah melawan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan cara yang dianggap merusak integritas dinding sel bakteri. Selain itu, Rahayu et al. (2022) menggunakan metode difusi agar untuk menunjukkan sifat antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

Banyak penelitian menemukan tentang antimikroba dari sumber alam yang kandungannya mirip dengan antimikroba sintetik. Secara umum, cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai obat tradisional belum digunakan secara keseluruhan oleh masyarakat untuk pengobatan sendiri (self-medication). Biasanya disebabkan oleh fakta bahwa cacing tanah belum teruji dan terstandar dalam uji antibiotik. Oleh karena itu, perlu diuji, dikembangkan, dan diteliti agar dapat digunakan lebih luas oleh masyarakat.

Berdasarkan kondisi tersebut, belum banyak penelitian yang secara komprehensif mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak *Lumbricus rubellus* terhadap berbagai jenis bakteri patogen klinis utama secara bersamaan (*Salmonella typhi*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, dan *S. epidermidis*) menggunakan metode difusi agar pada media NA. Padahal, studi semacam ini sangat penting untuk memperoleh gambaran potensi spektrum luas dari ekstrak alami ini.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut dengan menguji aktivitas antibakteri ekstrak *Lumbricus rubellus* secara sistematis terhadap lima bakteri patogen penting menggunakan metode difusi agar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah untuk pengembangan antibakteri alami sebagai alternatif terapi infeksi yang resisten terhadap antibiotik konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Metode ini digunakan untuk mengetahui efektivitas antibakteri ekstrak *Lumbricus rubellus* (Ekstrak cacing

tanah (*Lumbricus rubellus*) berbagai konsentrasi (misal: F1, F2, F3)) terhadap lima jenis bakteri patogen secara *in vitro* melalui pengamatan zona hambat (diameter inhibisi) pada media agar nutrisi (NA) menggunakan metode difusi cakram. Lokasi Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Kudus pada bulan September - Desember 2024.

Metode sampling yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu pemilihan sampel berdasarkan tujuan penelitian. Bakteri uji dipilih berdasarkan kemampuannya menyebabkan infeksi pada manusia, yaitu: *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*. Sampel yang digunakan adalah kultur murni dari masing-masing bakteri yang diperoleh dari koleksi mikroba laboratorium dan ditumbuhkan pada media NA.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Mikropipet dan tip, Kertas cakram steril (disk paper 6 mm), Jangka sorong digital untuk mengukur diameter zona hambat, Laminar airflow cabinet (untuk inokulasi aseptis), Inkubator (37°C), botol kaca maserasi, pisau, batang pengaduk, timbangan analitik (Shimadzu®), gelas beker (Pyrex®), cawan petri, tabung erlenmeyer (Pyrex®), rak dan tabung reaksi (Pyrex®), ose kapas steril, lampu bunsen, pipet tetes, pipet mikro, jangka sorong, autoclave, pipet steril (Pyrex®), spatula, Oven, cawan Porselen (Pyrex®), Bunsen, Nutrient Agar (NA), Ekstrak cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam berbagai konsentrasi (F1, F2, F3) Kontrol positif Antibiotik standar (Cefixime, Ketokonazol salep) sebagai kontrol positif, dan Kontrol negatif (akuades steril atau pelarut ekstrak). Metode yang digunakan adalah metode difusi cakram pada media agar NA, yang dilakukan sebagai berikut.

Persiapan Media dan Kultur Bakteri

Media NA disterilisasi dan dituangkan ke cawan petri. Kultur bakteri ditumbuhkan dalam NB selama 24 jam pada 37°C, lalu disesuaikan dengan standar McFarland 0.5.

Aplikasi Ekstrak dan Inokulasi

Cakram kertas steril direndam dalam ekstrak cacing tanah (dalam konsentrasi F1, F2, dan F3) selama 30 menit, lalu diletakkan di atas permukaan media yang telah diinokulasi dengan suspensi bakteri.

Inkubasi dan Pengamatan

Cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dan dicatat dalam satuan mm.

Pengukuran Zona Hambat

Setelah inkubasi, zona hambat pertumbuhan bakteri diukur menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap perlakuan (triplo), dan nilai rata-rata digunakan untuk analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji aktivitas antibakteri dilakukan terhadap lima bakteri patogen menggunakan metode difusi cakram dengan tiga konsentrasi ekstrak *Lumbricus rubellus* (F1, F2, F3). Menurut Davis dan Stout (1971), efektivitas antibakteri dikategorikan berdasarkan besar diameter zona hambat sebagai berikut: < 5 mm = aktivitas lemah; 5–10 mm = aktivitas sedang; 10–20 mm = aktivitas kuat; > 20 mm = aktivitas sangat kuat.

Zona hambat diukur menggunakan penggaris dengan satuan milimeter (mm). Pengamatan zona hambat dilakukan dengan cara mengukur diameter horizontal dan diameter vertikal dari zona hambat yang terbentuk di sekitar sumur. Hasil pengamatan zona hambat menunjukkan variasi efektivitas (Tabel I).

Ekstrak menunjukkan aktivitas sedang terhadap aktivitas bakteri *E. coli*, pada F2. Hal ini sesuai dengan karakteristik *E. coli* sebagai bakteri Gram-negatif yang memiliki lapisan lipopolisakarida pelindung.

Tabel I. Zona hambat pertumbuhan bakteri (dalam ukuran mm)

No	Bakteri	Sediaan	Diameter zona hambat (mm)	Aktivitas Pertumbuhan Bakteri
1	Escherichia coli	F1	4,10	Lemah
		F2	9,23	Sedang
		F3	5,61	Lemah
2	Pseudomonas aeruginosa	F1	2,31	Lemah
		F2	9,07	Sedang
		F3	13,60	Kuat
3	Salmonella typhi	F1	13,05	Kuat
		F2	11,89	Kuat
		F3	12,69	Kuat
4	Staphylococcus aureus	F1	15,20	Kuat
		F2	16,07	Kuat
		F3	10,80	Kuat
5	Staphylococcus epidermidis	F1	6,05	Sedang
		F2	6,79	Sedang
		F3	16,72	Kuat

F3 memberikan aktivitas Kuat, yang cukup signifikan mengingat *P. aeruginosa* merupakan bakteri yang sangat resisten. Ini menunjukkan bahwa senyawa dalam F3 berpotensi besar sebagai agen antibakteri terhadap patogen oportunistik.

Ketiga sediaan pad abakteri *Salmonella typhi* menunjukkan aktivitas Kuat, efektif antibiotik. Aktivitas berpotensi besar sebagai agen antibakteri.

Ketiga sediaan memiliki aktivitas Kuat terhadap *S. aureus*. Ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak cukup efektif terhadap bakteri Gram-positif yang umum menyebabkan infeksi kulit dan jaringan lunak.

Hanya F3 yang menunjukkan aktivitas kuat terhadap *S. epidermidis*, sedangkan F1 dan F2 sedang. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas terhadap *S. epidermidis* rendah, atau mungkin diperlukan konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi.

Kontrol Positif

Salmonella typhi: Cefixime syrup → 22,80 mm

K (+) *Staphylococcus epidermidis* (ketokonazole salp) → Tidak ada diameter zona hambat pertumbuhan bakteri

Kontrol Negatif

Escherichia coli: Menyebar → Tidak ada zona hambat

Aktivitas sedang terlihat pada F3 terhadap *P. aeruginosa*, dan F2/F3 terhadap *S. typhi* dan *S. aureus*. Aktivitas lemah dominan terhadap *E. coli* dan *S. epidermidis*. Beberapa formulasi (terutama F2 dan F3) memiliki potensi dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat antibakteri alami, terutama untuk bakteri Gram-positif dan sebagian Gram-negatif.

Ekstrak cacing tanah *Lumbricus rubellus* menunjukkan aktivitas antibakteri yang berbeda terhadap kelima bakteri uji. Aktivitas antibakteri tertinggi ditunjukkan terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* dengan zona hambat mencapai >13 mm pada sebagian besar konsentrasi, yang menurut klasifikasi Davis & Stout (1971) termasuk dalam kategori "kuat".

Sementara itu, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* menunjukkan respons sedang dengan zona hambat 2,31–13,60 mm. *P. aeruginosa* merupakan bakteri Gram-negatif yang diketahui memiliki struktur membran luar yang lebih kompleks, sehingga lebih tahan terhadap senyawa antibakteri alami.

Menariknya, *Staphylococcus epidermidis*, yang termasuk Gram-positif, menunjukkan zona hambat paling besar pada F3 (16,72 mm), tetapi rendah pada F1 dan F2. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi terhadap efektivitas senyawa aktif dalam ekstrak cacing tanah, seperti peptida

antimikroba, lumbrokinase, dan asam lemak yang telah dilaporkan memiliki efek bakteriostatik maupun bakterisidal.

Kontrol positif dengan antibiotik cefixime terhadap *S. typhi* menghasilkan zona hambat sangat kuat (22,80 mm), menandakan bahwa meskipun ekstrak cacing tanah efektif, masih belum menyamai potensi antibiotik sintetis. Sebaliknya, kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat, membuktikan bahwa efek penghambatan hanya berasal dari ekstrak yang diuji.

Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan potensi *Lumbricus rubellus* sebagai sumber agen antimikroba alami. Namun, efektivitasnya bergantung pada jenis bakteri dan konsentrasi ekstrak yang digunakan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang kami lakukan didapatkan, sediaan paling potensial adalah F3, yang menunjukkan aktivitas sedang hingga kuat terhadap hampir semua bakteri yang diuji, terutama *Pseudomonas aeruginosa* dan *S. epidermidis*. Sediaan Ekstrak menunjukkan aktivitas kuat terhadap bakteri gram-positif dan gram-negatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak LPPM yang sudah mendukung dan membantu pendanaan. Serta penulis mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti yang sudah membantu dalam penelitian ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua dosen dan staff laboratorium di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Kudus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anokwuru, C. P., Igboeli, N. U., & Usman, A. (2017). Comparative antimicrobial studies of ethanol and aqueous extracts of *Lumbricus rubellus*. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 14(1), 245–251.
- Basri, D. F., & Fan, S. H. (2020). The potential of medicinal plants as anti-bacterial agents against drug-resistant bacteria. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 27(3), 1–19.
- Bhattacharjee, D., Das, P., & Roy, S. (2019). Antibacterial activity of *Lumbricus rubellus* extract: A comparative study. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(3), 1300–1306.
- Budiman, A., Yuliani, S., & Hidayat, R. (2021). Earthworm (*Lumbricus rubellus*) extract: Potential antimicrobial agent against pathogenic bacteria. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 32(1), 80–89. <https://doi.org/10.14499/indofarma.v32i1.2874>
- Budi A, Sembiring NL. 2022. Pola Resistensi Bakteri *Salmonella typhi* Terhadap Antibiotik Ceftriaxone dan Ciprofloxacin. *Gorontalo Journal Health & Science Community*. 6(1): 60-65.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibensouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2021). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (31st ed.). CLSI supplement M100.
- Dahlan, K., Andriana, A., & Rahmah, R. (2019). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol cacing tanah terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 16(1), 15–21.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc plate method of microbiological antibiotic assay. *Applied Microbiology*, 22(4), 659–665. <https://doi.org/10.1128/am.22.4.659-665.1971>
- Deni, Fara. 2015. Uji Daya Hambat Ekstrak Air Rebusan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* Secara In vitro, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Fitriana YAN, Fatimah VAN, Fitri AS. 2019. Aktivitas Antibakteri Daun Sirih: Uji Ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). *SAINTEKS*. 16(2): 106.
- Hainil, S., Elfasyari, T Y., & Sulistya, R.I. (2021). Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Sesa Kedelai Murni di Pasar Jodoh Kota Batam. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1), 25-30.

- Iskandar, M., Permana, D., & Fauziah, R. (2022). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol cacing tanah terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 9(1), 25–30.
- Ismail, R. A., Nurhayati, S., & Syahrul, F. (2020). Bioactive compound and antimicrobial activity of earthworm (*Lumbricus rubellus*) extract. *Indonesian Journal of Health Research*, 3(2), 57–64.
- Kamble, M. A., & Waghmare, D. (2018). Earthworm extract as an antibacterial agent. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 10(5), 121–124.
- Kuswiyanto. Mardella EA, editor. *Bakteriologi 1: buku ajar analisis kesehatan*. Jakarta: EGC;2015.
- Mahdi, C., Fadhilah, A., & Damanik, A. (2017). Antibacterial effects of cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) extract on *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 13(1), 1–7.
- Nugroho, W. S., Prasetyo, A. R., & Santoso, S. (2023). Review of antimicrobial properties of Indonesian medicinal plants. *Journal of Natural Remedies*, 23(1), 1–11.
- Laxminarayan, R., Matsoso, P., Pant, S., Brower, C., Røttingen, J. A., Klugman, K., & Davies, S. (2020). Access to effective antimicrobials: A worldwide challenge. *The Lancet*, 387(10014), 168–175. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00474-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00474-2)
- Lestari, D., Nugroho, D. S., & Ramadhani, Y. (2019). Aktivitas antibakteri ekstrak cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 15(2), 88–95.
- Otto, M. (2020). Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*: Current status and future prospects. *FEMS Microbiology Reviews*, 44(3), 314–330. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuaa012>
- Permenkes RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2021 Tentang Penggunaan Antibiotik. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Puspitasari, D., Hartati, A. Y., & Rofiqoh, R. (2022). Efektivitas ekstrak cacing tanah sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 9(2), 45–50.
- Popa GL Papa MI. 2021. *Salmonella* spp. infection - a continuous threat worldwide. *Germs*, 11(1), 88–96.
- Pratiwi, A. S., Arifianti, S. N., & Firmansyah, M. A. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak cacing tanah terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 23–29.
- Rahayu, L. P., Sari, R. P., & Nugroho, T. (2022). Uji efektivitas antibakteri ekstrak *Lumbricus rubellus* terhadap bakteri patogen. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(1), 14–21.
- Sugito dan Slamet. (2018). Daya Hambat Konsentrasi Air Rebusan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* dengan Metode Difusi. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1(2), 145–151
- Suryadi, H., Harahap, F., & Setiawan, R. (2018). Profil senyawa bioaktif dan uji antibakteri ekstrak cacing tanah. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 3(2), 125–131.
- Valgas, C., Souza, S. M., Smânia, E. F. A., & Smânia Jr., A. (2007). Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(2), 369–380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034/>
- Widodo, H., Mustofa, & Retnaningtyas, E. (2021). Profil fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak cacing tanah merah. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 8(1), 47–52.
- World Health Organization. (2023). Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) report 2023. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062888>