

Antibacterial Activity of Sumbawa Forest Honey (*Apis dorsata*) against *Klebsiella pneumoniae* ATCC BA1705

Lania Pradiva Untari^{1*}, Eustachius Hagni Wardoyo², Bayu Tirta Dirja²

¹Medical Education Study Program, Faculty of Medicine and Health Science, University of Mataram, Mataram, Indonesia

² Department of Microbiology, Faculty of Medicine and Health Science, University of Mataram, Mataram, Indonesia

Article History

Received : September 16th, 2025

Revised : October 23th, 2025

Accepted : November 04th, 2025

*Corresponding Author:

Lania Pradiva Untari,
Medical Education Study
Program, Faculty of Medicine
and Health Science, University of
Mataram, Mataram, Indonesia
Email:

pradiva301203@gmail.com

Abstract: *Klebsiella pneumoniae* is an opportunistic bacterium often associated with antibiotic resistance, necessitating the investigation of natural antibacterial alternatives. Honey is recognized for its bioactive ingredients that possess antibacterial properties. This research sought to assess the antibacterial efficacy of Sumbawa forest honey (*Apis dorsata*) against *K. pneumoniae* ATCC BA1705 by inhibition zone test. A laboratory experiment was performed using the well diffusion technique. *K. pneumoniae* suspensions (McFarland 0.5) were injected onto Mueller Hinton Agar. Wells (Ø 6 mm) were filled with 100 µL of honey at concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100%. Tetracycline (1 µg/µL) acted as the positive control, while distilled water functioned as the negative control. Plates were incubated at 35±2°C for a duration of 18 to 24 hours. Inhibition zones were quantified using a caliper, and each experiment was conducted in sextuplicate. Data were expressed as mean ± standard deviation. No inhibitory zones were found at 25% and 50% concentrations (0 mm). Antibacterial activity was seen at 75% concentration, yielding a mean diameter of 10.33±SD mm, and raised to 100% concentration, resulting in a mean diameter of 11.33±SD mm. Tetracycline generated a 26 mm inhibitory zone, while distilled water exhibited none (0 mm). The conclusion is Sumbawa forest honey exhibits concentration-dependent antibacterial activity against *K. pneumoniae*, with moderate inhibition at concentrations ≥75%. Although less effective than tetracycline, these findings support the potential role of honey as a complementary antibacterial agent.

Keywords: Sumbawa honey, *Apis dorsata*, *Klebsiella pneumoniae*, inhibition zone, well diffusion.

Pendahuluan

Klebsiella pneumoniae merupakan bakteri Gram negatif yang beredar di gastrointestinal dan nasofaring sehingga dapat menyebabkan bakteremia, pneumonia, dan infeksi saluran kemih (ISK) pada individu dengan kekebalan tubuh rendah (Wang *et al.*, 2020; Abbas *et al.*, 2024). *Klebsiella pneumoniae* terkait erat dengan gen resistensi antibiotik yang dikodekan oleh plasmid pada bakteri tersebut contohnya gen resistensi karbapenem, aminoglikosida, kuinolon, dan

gen resistensi lainnya (Wang *et al.*, 2020; Singh and Sillanpaa, 2023). Lebih dari 100 gen resistensi ditemukan pada *Klebsiella pneumoniae* yang mengkode produk berbeda sehingga memberikan resistensi terhadap banyak kelas antibiotik termasuk *b-laktam*, aminoglikosida, kuinolon, tigesiklin, dan polimiksin (Dong *et al.*, 2022). Mekanisme resistensi antibiotik dilakukan dengan berbagai aktivitas yaitu denilasi, asetilasi, dan fosforilasi (Wang *et al.*, 2020). Mutasi protein *b-lactamase*, efflux protein, gen replikasi enzim, sintesis protein kompleks, enzim

transkripsi, dan pembuatan biofilm juga menimbulkan resistensi terhadap antibiotik (Karami-Zarandi *et al.*, 2023).

Indonesia memiliki lebih dari 125.000 hektar hutan alam, yang menjadi rumah bagi beragam flora yang bervariasi setiap musimnya. Madu merupakan salah satu produk hutan non-kayu. Sumbawa, yang terletak di Nusa Tenggara Barat, merupakan daerah penghasil madu terkemuka di Indonesia. Data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Barat menunjukkan bahwa produksi madu di Kabupaten Sumbawa mencapai 1.000 liter pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2022). Madu adalah pemanis alami dengan komposisi kimia yang kompleks dan memiliki kemampuan dalam meningkatkan kesehatan (Al-Kafaween *et al.*, 2023). Madu mengandung berbagai senyawa fenolik seperti flavonoid dan asam fenolik. Senyawa ini memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi, dan antikarsinogenik (Talebi *et al.*, 2020; Prastyowati *et al.*, 2021).

Madu Hutan Sumbawa sebagian besar dihasilkan oleh lebah *Apis dorsata*. Lebah *Apis dorsata* berukuran besar, sehingga dijuluki "lebah raksasa" (Adelina Saputri dkk., 2023). Jenis lebah ini menghuni semua permukiman yang berdekatan dengan kawasan hutan. (Saputri *et al.*, 2023). Lebah madu jenis *Apis dorsata* banyak dimanfaatkan di Sumbawa. (Prastyowati *et al.*, 2021; Wijayanti *et al.*, 2022). Lebah ini bisa menghasilkan madu 20-30 kg dalam 1 sarangnya (Nurhasanah Sari *et al.*, 2023). Beberapa penulisan telah membuktikan bahwa kandungan pada madu memiliki efek antibakteri terhadap *Klebsiella pneumonia* (Qamar *et al.*, 2018; Bacayo *et al.*, 2022; Hewett *et al.*, 2022; Liaqat *et al.*, 2022; Mustafa *et al.*, 2022; Nirwana and Silviani, 2022; Luitel *et al.*, 2023; Abu Bakar, 2024). Dalam hal ini peneliti ingin membuktikan apakah madu Sumbawa juga bisa menghambat pertumbuhan bakteri *Klebsiella pneumonia*. Penulisan ini juga berkontribusi pada pemanfaatan sumber daya alam di Indonesia, khususnya madu hutan Sumbawa yang memiliki potensi sebagai pengobatan tradisional. Selain itu, penulisan ini juga dapat menjadi dasar untuk penulisan lanjutan serta pengembangan formulasi

pengobatan baru.

Bahan dan Metode

Group control dalam penulisan laboratorium eksperimental ini dibatasi pada pasca-uji. Tujuannya adalah untuk menilai efikasi antibakteri madu hutan Sumbawa (*Apis dorsata*) terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC BA1705. Balai Besar Pengujian dan Kalibrasi Laboratorium Kesehatan (BLKPK) menyelenggarakan penulisan ini pada bulan April 2025.

Sampel Madu dan Bakteri Uji

Madu hutan Sumbawa diperoleh dari Kecamatan Lunyuk, Sumbawa Besar, Indonesia. Madu disaring menggunakan kasa steril untuk menghilangkan kotoran, kemudian disimpan pada suhu ruang dalam wadah steril hingga digunakan. Sebelum pengujian, madu diencerkan dengan akuades steril untuk mendapatkan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% (v/v). Galur bakteri yang digunakan dalam percobaan ini adalah *K. pneumoniae* ATCC BA1705, yang diperoleh dari Kementerian Kesehatan Kota Surabaya. Kultur bakteri dikultur pada Mueller Hinton Agar (MHA) dan kemudian disubkultur dalam Mueller Hinton Broth (MHB) untuk menjamin viabilitas dan kemurnian. Suspensi bakteri kemudian dibuat dengan mengkalibrasi kekeruhan hingga standar McFarland 0,5 ($\pm 1,5 \times 10^8$ CFU/mL).

Bahan dan Alat

Penulisan ini menggunakan madu hutan Sumbawa (*Apis dorsata*) sebagai sampel uji, isolat bakteri *K. pneumoniae* ATCC BA1705, dan media pertumbuhan berupa Mueller Hinton Agar (MHA) dan Mueller Hinton Broth (MHB). Tetrasiklin dengan konsentrasi 1 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ berfungsi sebagai kontrol positif, sedangkan akuades steril berfungsi sebagai kontrol negatif dan pelarut madu. Suspensi bakteri distandarisasi dengan standar McFarland 0,5 ($\pm 1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Alat yang digunakan meliputi inkubator dengan suhu $35 \pm 2^\circ\text{C}$, autoklaf, cawan petri steril, tabung reaksi dan rak tabung, mikropipet dengan tips steril, kasa steril untuk penyaringan madu, *cork borer* steril berdiameter ± 6 mm, kapas lidi steril untuk inokulasi, jangka

sorong digital untuk mengukur diameter zona hambat, serta peralatan kerja aseptik seperti Laminar Air Flow (LAF) dan alat gelas laboratorium standar.

Uji Difusi Sumuran

Media MHA diinokulasi secara merata dengan 100 μ L suspensi bakteri menggunakan kapas steril untuk membentuk *lawn culture*. Sumuran dengan diameter ± 6 mm dibuat pada permukaan agar menggunakan *cork borer* steril. Setiap sumur diisi dengan 100 μ L madu pada konsentrasi berbeda (25%, 50%, 75%, 100%). Tetrasiklin (1 μ g/ μ L) berfungsi sebagai kontrol positif, sementara air suling steril berfungsi sebagai kontrol negatif. Semua lempeng diinkubasi pada suhu $35 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 18 hingga 24 jam. Setelah inkubasi, diameter zona hambat di sekitar sumur diukur menggunakan jangka sorong digital hingga ketelitian 0,01 mm. Setiap konsentrasi menjalani enam percobaan ($n=6$). Diameter zona hambat didokumentasikan sebagai rerata $\pm$ simpangan baku (SD). Analisis deskriptif dilakukan dengan membandingkan efikasi penghambatan setiap konsentrasi madu dengan kontrol positif dan negatif.

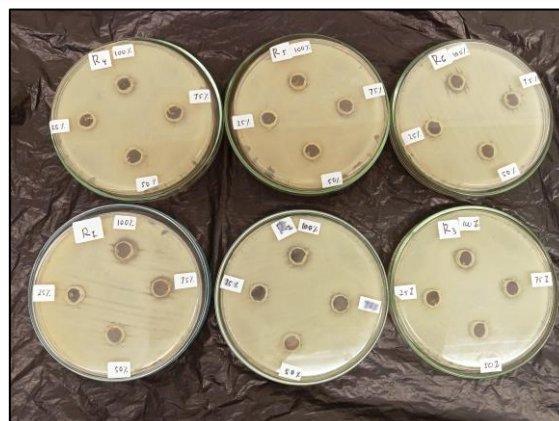
Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri madu hutan Sumbawa (*Apis dorsata*) terhadap *K. pneumoniae* ATCC BAA-1705 dilakukan menggunakan metode difusi sumuran dengan enam kali replikasi. Hasil pengukuran diameter zona hambat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter zona hambat madu hutan Sumbawa terhadap *K. pneumoniae*

No	Konsentrasi Madu	Rata-Rata (mm)
1.	25%	$0,00 \pm 0,00$
2.	50%	$0,00 \pm 0,00$
3.	75%	$10,33 \pm 1,03$
4.	100%	$11,33 \pm 1,63$
5.	Kontrol (+) Tetrasiklin	26 mm
6.	Kontrol (-) Aquades	0 mm



Gambar 1. Hasil Uji Antibakteri Bahan Uji (Dokumentasi Pribadi, 2025)



Gambar 2. Hasil Uji Antibakteri Kontrol Positif dan Negatif (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi madu 25% dan 50% tidak menghasilkan zona hambat (0 mm). Aktivitas antibakteri mulai terlihat pada konsentrasi 75% dengan rerata zona hambat sebesar 10,33 mm, yang termasuk kategori sedang menurut CLSI, dan meningkat pada konsentrasi 100% dengan rerata 11,33 mm, yang juga berada pada kategori sedang hingga mendekati kuat. Sebagai pembandingan, kontrol positif berupa tetrasiklin menunjukkan zona hambat rata-rata sebesar 26 mm dengan kategori kuat, sedangkan kontrol negatif berupa akuades tidak menunjukkan aktivitas antibakteri (0 mm).

Pembahasan Uji Antibakteri

Hasil uji diameter zona hambat menunjukkan bahwa madu Sumbawa memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae* bergantung pada konsentrasinya. Pada konsentrasi 25% dan 50%, zona hambat yang dihasilkan sangat kecil, yang mengindikasikan bahwa jumlah senyawa aktif antibakteri dalam madu pada konsentrasi tersebut belum cukup untuk menekan pertumbuhan bakteri. Sementara pada konsentrasi 75% dan 100%, zona hambat yang terbentuk mencapai rata-rata diameter masing-masing 10,3 mm dan 11,3 mm, yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi madu berbanding lurus dengan meningkatnya efektivitas antibakteri. Hasil penulisan tersebut sejalan dengan penulisan Wadi (2022) yang melaporkan bahwa seluruh sampel madu (alami maupun komersial) mampu menghambat pertumbuhan *K. pneumoniae* dengan rata-rata diameter 20-23 mm (Wadi, 2022).

Penulisan Abu Bakar (2024) menunjukkan bahwa madu *Trigona itama* dan *Trigona thoracica* asal Malaysia memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Klebsiella pneumoniae*, ditandai dengan terbentuknya zona hambat berdiameter cukup luas terutama pada konsentrasi 100%. Misalnya, madu *T. itama* dari Kelantan menghasilkan zona hambat sebesar 28,31 mm, sementara *T. thoracica* dari Kelantan menunjukkan diameter 21,28 mm pada konsentrasi yang sama. Namun, pada konsentrasi rendah (25%), beberapa sampel tidak lagi mampu menghambat pertumbuhan bakteri *K. pneumoniae*. Kontrol positif (tetrasiklin) menunjukkan zona hambat sebesar 26 mm, yang jauh lebih besar dibandingkan madu, mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri madu belum setara dengan kemampuan antibiotik. Meskipun demikian, zona hambat yang ditunjukkan oleh madu dengan konsentrasi 75% dan 100% termasuk kategori sedang (10–20 mm), sesuai dengan kriteria interpretasi uji difusi sumuran (CLSI, 2024). Hal ini membuktikan bahwa madu Sumbawa tetap memiliki potensi antibakteri yang signifikan meskipun efeknya lebih rendah dibanding antibiotik standar.

Menurut CLSI M100 (2024), Tetrasiklin merupakan salah satu antibiotik yang direkomendasikan untuk uji kepekaan pada

Enterobacterales, termasuk *Klebsiella pneumoniae*. Zona hambat tetrasiklin diinterpretasikan mengikuti kriteria Sensitif/Intermediet/ Resisten CLSI (umumnya $S \geq 15$ mm dan KHM Sensitif ≤ 4 µg/mL). Namun, metode sumuran yang digunakan dalam penulisan ini tidak bisa dibandingkan secara langsung menggunakan *breakpoint* CLSI karena perbedaan metode tersebut (CLSI, 2024). Tetrasiklin tetap relevan untuk digunakan dalam penulisan karena mekanisme kerjanya yang jelas, yaitu menghambat sintesis protein bakteri pada subunit ribosom 30S, serta posisinya sebagai antibiotik standar yang dapat dijadikan pembandingan terhadap agen antibakteri baru atau alami (LaPlante *et al.*, 2022).

Pemilihan metode sumuran dalam penulisan ini didasarkan pada keunggulan teknik tersebut dalam mengukur aktivitas antibakteri. Menurut Putri *et al.* (2023) bahwa baik metode difusi sumuran maupun difusi cakram pada prinsipnya sama-sama digunakan untuk menilai potensi antimikroba melalui pengukuran zona hambat, namun metode sumuran memungkinkan difusi zat uji ke dalam medium agar lebih optimal dibandingkan dengan cakram kertas. Hal ini terbukti dari hasil penulisan mereka, dimana rata-rata diameter zona hambat menggunakan metode sumuran mencapai 62 mm, jauh lebih besar dibandingkan metode cakram yang hanya 39 mm. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode sumuran lebih efektif menggambarkan aktivitas antibakteri suatu senyawa, khususnya untuk bahan uji dengan konsistensi cairan kental seperti madu (Putri *et al.*, 2023). Pemilihan metode sumuran dalam penulisan ini juga didukung oleh studi Cui *et al.* (2021) yang mengembangkan metode difusi sumuran termodifikasi untuk skrining cepat minyak atsiri dalam meningkatkan aktivitas antibiotik. Hasil penulisan mereka menunjukkan bahwa metode sumuran mampu menggambarkan aktivitas antibakteri dengan jelas melalui terbentuknya zona hambat di sekitar sumur pada media agar, sehingga memudahkan evaluasi efektivitas suatu agen antimikroba (Cui *et al.*, 2021).

Penetapan tetrasiklin sebagai kontrol positif pada penulisan ini menggunakan konsentrasi 1 µg/µl (setara 1.000 µg/ml), yang jauh melebihi nilai MIC tetrasiklin untuk bakteri Gram negatif seperti *Klebsiella pneumoniae*.

Hal ini sesuai dengan studi Ahmad et al. (2015), yang menggunakan rentang 0,125 hingga 512 µg/ml untuk menilai aktivitas inhibitor tetrasiklin terhadap *Escherichia coli* dan menemukan bahwa nilai MIC resistan umumnya ≥ 16 µg/ml. Dengan konsentrasi yang sangat tinggi tersebut, dapat dipastikan efek antibakteri tetrasiklin sebagai pembanding berlangsung optimal, sehingga valid untuk digunakan sebagai kontrol positif pada uji difusi sumuran (Ahmad et al., 2015).

Hasil penulisan ini menunjukkan bahwa madu *Apis dorsata* hutan Sumbawa memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae*, meskipun efek bakterisidal penuh belum tercapai. Temuan ini membuka peluang penulisan lanjutan untuk mengeksplorasi mekanisme molekuler madu dalam menghambat pertumbuhan bakteri, mengidentifikasi senyawa bioaktif yang berperan dominan, serta mengombinasikan madu dengan antibiotik standar untuk meningkatkan potensi sinergisnya. Selain itu, perlu dilakukan uji *in vivo* maupun uji klinis pada model hewan atau pasien untuk menilai efektivitas dan keamanan penggunaan madu sebagai terapi komplementer. Dengan demikian, madu hutan Sumbawa berpotensi dikembangkan sebagai kandidat alternatif atau adjuvan dalam menghadapi meningkatnya kasus resistensi antibiotik.

Penulisan ini hanya menilai aktivitas antibakteri melalui uji difusi sumuran sehingga hasilnya terbatas pada pengukuran diameter zona hambat. Selain itu, penulisan ini hanya menggunakan satu strain bakteri standar (*K. pneumoniae* ATCC BA1705) sehingga belum menggambarkan keragaman respons isolat klinis. Faktor lain seperti variasi kandungan fitokimia madu akibat perbedaan sumber nektar, kondisi lingkungan, dan penyimpanan juga tidak dianalisis dalam penulisan ini.

Kesimpulan

Madu hutan Sumbawa (*Apis dorsata*) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC BA1705 yang bersifat konsentrasi-dependent. Tidak ditemukan daya hambat pada konsentrasi 25% dan 50%, sedangkan konsentrasi 75% dan 100% menghasilkan zona hambat dengan kategori sedang, meskipun efektivitasnya masih jauh

lebih rendah dibandingkan kontrol positif berupa tetrasiklin. Hasil ini mendukung potensi madu hutan Sumbawa sebagai agen antibakteri alami yang berperan sebagai terapi tambahan (adjuvan), namun belum dapat menggantikan antibiotik standar.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilakukan sendiri dan dibiayai oleh saya sendiri. Penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembimbing yang telah memberikan bantuan dan masukan selama penulisan dan penulisan esai ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Pengujian dan Kalibrasi Laboratorium Kesehatan (BLKPK).

Referensi

- Abbas, R., Chakkour, M., Zein El Dine, H., Obaseki, E. F., Obeid, S. T., Jezzini, A., Ghsein, G., & Ezzeddine, Z. (2024). General overview of *Klebsiella pneumoniae*: Epidemiology and the role of siderophores in its pathogenicity. *Biology*, 13(2), 78. <https://doi.org/10.3390/biology13020078>
- Abu Bakar, M. H. (2024). Antibacterial activity of Malaysian *Trigona itama* and *Trigona thoracica* honey against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Qeios*. <https://doi.org/10.32388/JEYD13>
- Adelina Saputri, N., Pathiassana, M. T., Gaibi, N., Septiani, A. D., & Pathiussina, R. T. (2023). Analisis pengaruh suhu terhadap warna, densitas, dan viskositas madu hutan lebah *Apis dorsata* dari Kecamatan Lunyuk. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.31970/pangan.v8i1.79>
- Ahmad, A., Zachariasen, C., Christiansen, L. E., Græsbøll, K., Toft, N., Matthews, L., Damborg, P., Agersø, Y., Olsen, J. E., & Nielsen, S. S. (2015). Pharmacodynamic modelling of *in vitro* activity of tetracycline against a representative, naturally occurring population of porcine *Escherichia coli*. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(1), 2–8. <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0169-0>

- Al-Kafaween, M. A., Alwahsh, M., Mohd Hilmi, A. B., & Abulebdah, D. H. (2023). Physicochemical characteristics and bioactive compounds of different types of honey and their biological and therapeutic properties: A comprehensive review. *Antibiotics*, 12(2), 1–34. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020337>
- Bacayo, M. F. D. C., Shafi, S. F., Choon, W. C., Fattepur, S., Nilugal, K. C., Khan, J., Asmani, F., & Yusuf, E. (2022). A comparative study of the antimicrobial activity of wild (Tualang) honey and artificial honey against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* and *Klebsiella pneumoniae*. In *BROMO 2018 – Bromo Conference, Symposium on Natural Products and Biodiversity* (pp. 1–5). SCITEPRESS. <https://doi.org/10.5220/0009842900002406>
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Produksi Kehutanan 2022*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- CLSI. (2024). *CLSI M100: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing*. 34th ed. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- Cui, Z. H., He, H. L., Wu, S. B., Dong, C. L., Lu, S. Y., Shan, T. J., Fang, L. X., Liao, X. P., Liu, Y. H., & Sun, J. (2021). Rapid screening of essential oils as substances which enhance antibiotic activity using a modified well diffusion method. *Antibiotics*, 10(4), 1–11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10040463>
- Dong, N., Yang, X., Chan, E. W. C., Zhang, R., & Chen, S. (2022). *Klebsiella* species: Taxonomy, hypervirulence and multidrug resistance. *EBioMedicine*, 79, 103998. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.103998>
- Hewett, S. R., Crabtree, S. D., Dodson, E. E., Rieth, C. A., Tarkka, R. M., & Naylor, K. (2022). Both manuka and non-manuka honey types inhibit antibiotic-resistant wound-infecting bacteria. *Antibiotics*, 11(8), 1–14. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11081132>
- Karami-Zarandi, M., Rahdar, H. A., Esmaeili, H., & Ranjbar, R. (2023). *Klebsiella pneumoniae*: An update on antibiotic resistance mechanisms. *Future Microbiology*, 18(1), 65–81. <https://doi.org/10.2217/fmb-2022-0097>
- LaPlante, K. L., Dhand, A., Wright, K., & Lauterio, M. (2022). Re-establishing the utility of tetracycline-class antibiotics for current challenges with antibiotic resistance. *Annals of Medicine*, 54(1), 1686–1700. <https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2085881>
- Liaqat, I., Gulab, B., Hanif, U., Sultan, A., Sadiqa, A., Zafar, U., Afzaal, M., Naseem, S., Akram, S., & Saleem, G. (2022). Honey potential as antibiofilm, quorum sensing and dispersal agent against multispecies bacterial biofilm. *Journal of Oleo Science*, 71(3), 425–434. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21199>
- Luitel, P., Luitel, N., Thapa, N., & Bajracharya, A. M. (2023). Anti-bacterial activity of different honey samples against bacteria isolated from clinical sources. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 10(1), 21–29. <https://doi.org/10.3126/tujm.v10i1.60647>
- Mustafa, G., Iqbal, A., Javid, A., Manzoor, M., Aslam, S., Ali, A., Azam, S. M., Khalid, M., Farooq, M., Al Naggar, Y., Alharbi, S. A., El Enshasy, H. A., Malek, R. A., Qamer, S., & Hussain, A. (2022). Antibacterial properties of *Apis dorsata* honey against some bacterial pathogens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 730–734. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.059>
- Nirwana, A. P., & Silviani, Y. (2022). Effectiveness of Jambi forest honey and klanceng honey in inhibiting *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* ESBL. *Jurnal Surya Medika*, 8(3), 120–126. <https://doi.org/10.33084/JSM.V8I3.3317>
- Nurhasanah Sari, D., Rifkah Ansyarif, A., & Syekh Yusuf Al Makassar Gowa University. (2023). Karakteristik madu hutan lebah *Apis dorsata* daerah Sulawesi Tenggara ditinjau dari sifat fisika-kimia. *Cokroaminoto Journal of Chemical*

- Science*, 5(2), 42–46. <https://science.e-journal.my.id/cjcs/article/view/163>
- Prastyowati, A., Mustopa, A. Z., Faiz, M., Manguntungi, A. B., Fatimah, & Fidien, K. A. (2021). Biodiversity of lactic acid bacteria of wild honey bee and Sumbawa horse milk by using RAPD-PCR. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 762(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/762/1/012001>
- Putri, R. N., Wahidah, S. N., Hosiyah, Al-Hafidz, I. T., & Faisal. (2023). Uji daya hambat antimikroba secara difusi sumuran dan difusi paper disk. *Era Sains: Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 1(4), 28–33. Retrieved from <https://jurnal.eraliterasi.com/index.php/erasains>
- Qamar, M. U., Saleem, S., Toleman, M. A., Saqalein, M., Waseem, M., Nisar, M. A., Khurshid, M., Taj, Z., & Jahan, S. (2018). *In vitro* and *in vivo* activity of manuka honey against NDM-1-producing *Klebsiella pneumoniae* ST11. *Future Microbiology*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.2217/fmb-2017-0119>
- Singh, P., & Sillanpaa, M. (2023). *Degradation of antibiotics and antibiotic-resistant bacteria from various sources*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99866-6.00024-6>
- Talebi, M., Talebi, M., Farkhondeh, T., & Samarghandian, S. (2020). Molecular mechanism-based therapeutic properties of honey. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 130, 110590. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110590>
- Wadi, M. A. (2022). *In vitro* antibacterial activity of different honey samples against clinical isolates. *BioMed Research International*, 2022, 1560050. <https://doi.org/10.1155/2022/1560050>
- Wang, G., Zhao, G., Chao, X., Xie, L., & Wang, H. (2020). The characteristic of virulence, biofilm and antibiotic resistance of *Klebsiella pneumoniae*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6287. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176278>
- Wijayanti, N., Oklima, A. M., Nurwahidah, S., & Kusnayadi, H. (2022). Karakteristik habitat lebah (*Apis dorsata*), teknik pemanenan madu hutan, serta karakteristik madu hutan Sumbawa di Kabupaten Sumbawa, Indonesia. *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v3i1.5291>