

Original Research Paper

Antibacterial Activity Test of Sumbawa White Honey against *Escherichia coli* ATCC 25922

Lale Nandita Hulfifa¹, Rosyunita², Eustachius Hagni Wardoyo³, Nurmi Hasbi⁴, Adelia Riezka Rahim⁵, Ida Ayu Arnawati⁶, Abiel Dwi Cahya Firdaus Alamsyah⁷, I Komang Satya Vaidika⁸, Saskia Safarinaa Hazaa⁹

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram, Kota Mataram, Indonesia

Article History

Received : July 11th, 2024

Revised : July 27th, 2024

Accepted : August 26th, 2024

*Corresponding Author:

Lale Nandita Hulfifa,
Program Studi Pendidikan
Dokter, Fakultas Kedokteran
dan Ilmu Kesehatan,
Universitas Mataram, Kota
Mataram, Indonesia;
Email:

lalenanditha30@gmail.com

Abstract: Infections caused by *E. coli* are a serious problem due to high morbidity and mortality rates. This has led to indiscriminate use of antibiotics, contributing to Antimicrobial Resistance (AMR). One approach to address this issue is to utilize natural antimicrobials such as Sumbawa white honey. Sumbawa white honey contains antibacterial components like glucose and fructose (80%), water (17%), polyphenols, and hydrogen peroxide. This study aimed to analyze the antibacterial activity of white honey from Sumbawa against *E. coli* ATCC 25922. The research method employed was a laboratory experiment using a post test only control group design. Antibacterial testing was conducted using disc diffusion at concentrations of 25%, 75%, and 100%, with chloramphenicol as positive control and DMSO as negative control, and honey processing involved dilution. Antibacterial tests were repeated five times and antibacterial activity was observed based on the diameter of inhibition zones around the disc. The results showed that there was an inhibition zone at 100% concentration of honey, namely 0.90 mm, while at 25% and 75% concentrations there were no inhibition zones. Based on these research results, it can be concluded that white honey from Sumbawa has weak antibacterial activity (0.90 mm) and this antibacterial activity is not effective against *E. coli* ATCC 25922. Further identification of the chemical components in Sumbawa white honey that are primarily responsible its antibacterial effect.

Keywords: Antibacterial activity, *E. coli* ATCC 25922, Sumbawa white honey.

Pendahuluan

Infeksi akibat *Escherichia coli* merupakan masalah serius di bidang kesehatan karena memiliki angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Beberapa strain *E. coli* dapat menjadi penyebab penyakit infeksi saluran kemih, meningitis neonatus, diare pada anak, kolitis hemoragik, dan infeksi sistemik. Infeksi saluran kemih tanpa komplikasi yang terjadi di komunitas paling banyak disebabkan oleh *E. coli* yaitu sekitar 80% (Allocati *et al.*, 2013). Indonesia melaporkan bahwa jumlah penduduk yang pernah mengalami infeksi saluran kemih 5-

15% dengan rerata jumlah penderita yaitu 90-100 kasus per 100.000 penduduk disetiap tahunnya. Bakteri utama penyebab infeksi tersebut adalah *E. coli*. Berangkat dari hal tersebut, diperlukan pemilihan antibiotik secara empiris untuk pengobatan agar tidak terjadi *Antimicrobial Resistance* (AMR) (Kandarini *et al.*, 2020).

AMR merupakan salah satu masalah kesehatan global dengan angka kejadian yang cukup tinggi. Kejadian AMR mencapai lebih dari 1,2 juta pada tahun 2019 dengan angka kematian global sebanyak 4,95 juta yang terkait secara tidak langsung dengan AMR bakteri dan 1,27 juta yang disebabkan langsung oleh AMR

bakteri. Hal ini disebabkan karena penggunaan antibiotik yang tidak bijak dan berlebihan baik pada manusia maupun hewan. Konsumsi antibiotik dari tahun 2000-2018 pada 204 negara meningkat signifikan yaitu sebesar 46% (Tang *et al.*, 2023). Salah satu bakteri yang resisten antibiotik adalah *E. coli*. Penelitian sebelumnya tercatat bahwa *E. coli* resisten terhadap β -lactam, karbapenem, flurokuinolon, dan aminoglukosida (Allocati *et al.*, 2013).

Angka resistensi yang tinggi menjadi tantangan masyarakat global untuk menemukan antibakteri baru dalam rangka mengurangi penggunaan antibiotik. Salah satu yang dapat dimanfaatkan adalah antibakteri yang berasal dari alam. Saat ini, antibakteri dari alam dipercaya menjadi pilihan terbaik dalam melawan bakteri yang resisten terhadap antibiotik. Antibakteri tersebut bekerja dengan cara yang sama dengan antibiotik dalam membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri (Uddin *et al.*, 2021). Salah satu contohnya adalah madu. Menurut Mandal & Mandal (2011) madu dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri. Kandungan antibakteri madu diantaranya gula terutama glukosa dan fruktosa (80%), air (17%), serta komponen lainnya seperti protein, asam amino, enzim, senyawa polifenol (flavonoid dan asam fenolik), dan vitamin. Selain itu, aktivitas antibakteri madu juga dipengaruhi oleh kadar air yang rendah, gula yang tinggi, viskositas yang tinggi, keasaman, hidrogen peroksida, dan protein (Hossain *et al.*, 2022).

Sumbawa merupakan salah satu daerah penghasil madu di Indonesia. Sumbawa memiliki produk madu unggulan yakni madu putih yang dihasilkan oleh lebah *Apis mellifera*. Lebah dari golongan tersebut banyak ditemukan di sekitar gunung tambora, Kabupaten Dompu. Madu putih dari golongan *Apis mellifera* mempunyai khasiat yang baik, sama halnya dengan madu hitam sumbawa dari golongan lebah *Trigona spp* dan juga madu dari golongan *Apis dorsata* (Manguntung *et al.*, 2021). Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa penelitian tentang madu putih asal Sumbawa masih sangat jarang dilakukan (Umam *et al.*, 2021). Beberapa uraian di atas mendukung peneliti untuk menguji aktivitas antibakteri madu putih Sumbawa terhadap *E. coli* ATCC 25922.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental analitik laboratorium dengan rancangan penelitian *post test only with control group design*. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran variabel yang diteliti setelah diberikan perlakuan kemudian dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2023 di Laboratorium Farmakologi dan Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram.

Sampel penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah *E.coli* ATCC 25922 yang berasal dari Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Sampel madu putih Sumbawa yang diambil dari peternak madu di Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat (NTB).

Prosedur penelitian

Penyiapan sampel dan uji organoleptik

Sampel madu putih yang telah diambil dari peternak madu di Sumbawa diletakkan di wadah steril kemudian dikirim ke Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram untuk diteliti. Selanjutnya dilakukan uji organoleptik pada madu putih tersebut dengan mendeskripsikan, warna, aroma, rasa dan tekstur.

Pengenceran madu

Pengenceran madu putih Sumbawa dilakukan dengan cara mengambil madu putih dengan menggunakan mikropipet sebanyak 250 μ l , 750 μ l, dan 1000 μ l. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan dengan DMSO 10% sampai volume di dalam wadah berisi 1.000 μ l. Selanjutnya, homogenkan larutan di setiap wadah tersebut dan dilakukan perendaman kertas cakram pada setiap konsentrasi yang terbentuk (Nardin, 2017). Tabel hasil pengenceran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengenceran madu putih Sumbawa

Madu Putih	DMSO	Hasil Konsentrasi
250 µl	750 µl	25%
750 µl	250 µl	75%
1000 µl	-	100%

Peremajaan bakteri

Peremajaan bakteri *E. coli* ATCC 25922 dilakukan dengan mengambil isolat bakteri uji pada tabung reaksi kemudian ditumbuhkan di dalam media Mac Conkey agar (MAC) dengan metode streak plate. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C secara aerob. Setelah itu, akan dihasilkan koloni *E.coli* ATCC 25922 yang tumbuh dengan warna merah muda di media Mac Conkey agar.

Uji antibakteri

Uji antibakteri dilakukan dalam beberapa langkah, pembuatan suspensi dilakukan terlebih dahulu sebelum uji antibakteri. Bakteri uji akan diambil menggunakan ose kemudian disuspensikan ke dalam tabung yang berisi 10 ml larutan NaCl 0,9%. Selanjutnya, dibandingkan kekeruhannya dengan larutan McFarland 0,5. Setelah itu, dilakukan uji antibakteri dengan mengambil hasil suspensi bakteri menggunakan mikropipet sebanyak 1000 µl. Lalu, dilakukan swab dengan spreader pada permukaan media MHA secara merata dan didiamkan agar suspensi bakteri meresap dengan baik ke dalam media agar. Setelah itu, siapkan kertas cakram yang sudah direndam dengan madu putih, kontrol negatif dan cakram kloramfenikol 30 mcg sebagai kontrol positif kemudian letakkan di media MHA. Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Langkah terakhir adalah mengukur diameter zona hambat bakteri *E.coli* pada daerah yang berwarna bening disekitar kertas cakram menggunakan penggaris dengan skala milimeter kemudian membandingkan hasil pengukuran pada setiap konsentrasi dan kelompok kontrol (Utomo *et al.*, 2018).

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji organoleptik madu putih

Sampel madu putih dilakukan uji organoleptik yang dikenal juga sebagai uji sensori. Uji organoleptik dilakukan untuk mendeskripsikan warna, aroma, rasa, dan tekstur dari madu putih (Ratulangi & Halid, 2023). Berikut merupakan hasil dari uji organoleptik madu putih Sumbawa dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji organoleptik madu putih

Parameter Organoleptik	Madu Putih
Aroma	Khas seperti madu pada umumnya
Warna	Kuning terang
Rasa	Manis
Tekstur	Sedikit kental



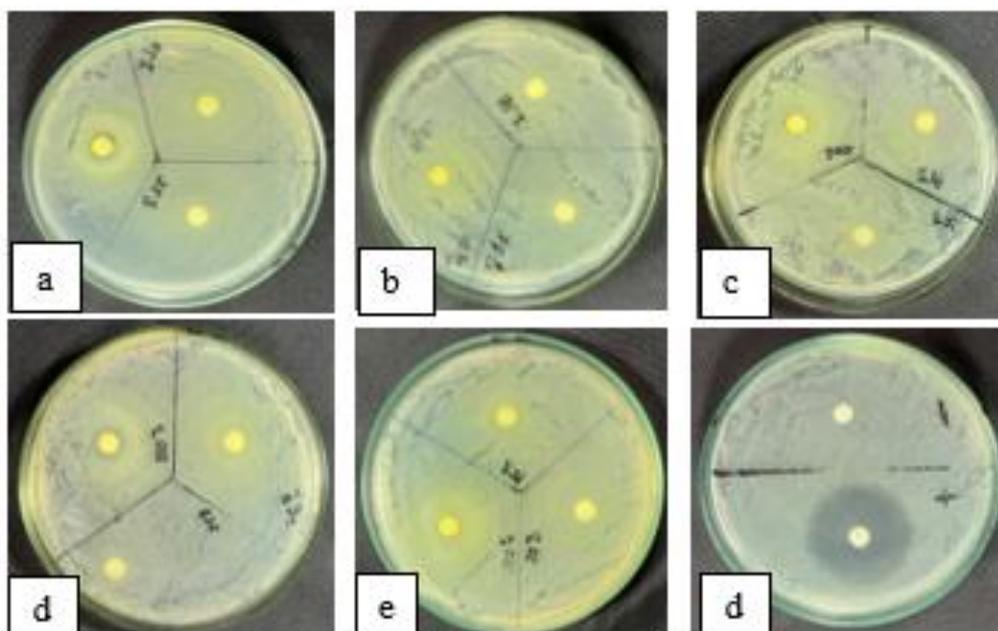
Gambar 1. Sampel madu putih Sumbawa (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Hasil uji antibakteri

Aktivitas antibakteri dilakukan dengan menghitung luas diameter zona hambat menggunakan metode difusi cakram. Metode ini dipilih karena sering diterapkan secara luas untuk pengujian antibakteri pada berbagai ekstrak, mudah dilakukan dan biaya yang relatif murah (Hossain *et al.*, 2022). Nilai diameter zona hambat yang dihasilkan dari uji aktivitas antibakteri madu putih Sumbawa terhadap *E.coli* ATCC 25922 dapat dilihat dalam tabel 3 dan gambar 2.

Tabel 3. Nilai diameter zona hambat antibakteri madu putih Sumbawa terhadap *E. coli* ATCC 25922

Bahan Uji	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori Kekuatan Antibakteri
Konsentrasi 25%	0 ± 0	Tidak ada aktivitas
Konsentrasi 75%	0 ± 0	Tidak ada aktivitas
Konsentrasi 100%	0,90 ± 0,65	Lemah
Kontrol positif	25 ± 0	Kuat
Kontrol negatif	0 ± 0	Tidak ada aktivitas



Gambar 2. Diameter zona hambat antibakteri madu putih Sumbawa terhadap *E.coli* (a) pengulangan I (b) pengulangan II (c) pengulangan III (d) pengulangan IV (e) pengulangan V (f) kontrol positif dan negatif (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Pembahasan uji organoleptik madu putih

Sifat organoleptik madu merupakan sifat madu yang dijadikan sebagai tolak ukur kemurnian mutu madu yang dipengaruhi oleh asal dan jenis bunga yang dikonsumsi oleh lebah penghasil madu (Ratulangi & Halid, 2023). Pada hasil uji organoleptik warna pada madu tergolong warna terang. Madu yang berwarna terang lebih banyak mengandung glukosa, sedangkan madu dengan warna gelap lebih banyak mengandung senyawa fenolik (Evahelda *et al.*, 2018). Kekuatan atau ketajaman aroma juga berkaitan dengan warna madu. Semakin gelap warna madu, maka semakin kuat aromanya. Namun, aroma tersebut dapat menghilang dengan cepat.

Warna pada madu dapat dibagi menjadi dua yaitu madu putih yang dikenal sebagai madu terang dan madu gelap. Madu putih tidak jauh berbeda dengan madu gelap yang membedakan

adalah nektar bunga yang dihisap oleh lebah, usia madu dan proses penyimpanan (Adalina, 2017; Apriantini *et al.*, 2022). Madu yang disimpan dalam waktu lama akan memiliki warna lebih gelap (Adalina, 2017). Madu putih yang dihasilkan lebah biasanya diperoleh dari tanaman jeruk, kapuk, dan durian. Sedangkan, madu dengan warna gelap berasal dari bunga aster dan cairan serangga (Apriantini *et al.*, 2022).

Khasiat antibakteri madu juga dipengaruhi oleh teksturnya. Madu yang mengandung banyak gula akan memiliki tekstur yang lebih kental sehingga kurang efektif dalam melawan bakteri. Jenis lebah, sumber nektar, tanaman yang dikumpulkan oleh lebah, kondisi lingkungan, tingkat kematangan madu, kelembapan dan kadar air merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kadar gula madu. Penyimpanan madu pada suhu dingin dapat menjaga kestabilan madu karena madu yang

disimpan pada suhu dingin memiliki kadar air yang lebih sedikit daripada madu pada suhu ruang. Kadar air tinggi menyebabkan madu mengalami fermentasi yang dapat mempengaruhi kualitas madu (Adityarini *et al.*, 2020; Wulandari, 2017).

Pembahasan uji antibakteri

Berdasarkan hasil penelitian, pada konsentrasi 25% dan 75% tidak terlihat adanya aktivitas antibakteri, hal ini dapat dibuktikan dengan tidak terbentuknya zona bening di sekitar cakram. Namun, konsentrasi 100% menunjukkan aktivitas antibakteri dengan adanya zona hambat sebesar 0,90 mm. Perbedaan nilai zona hambat pada setiap konsentrasi disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi madu maka aktivitas antibakterinya juga akan semakin kuat (Mandal & Mandal, 2011). Pada penelitian ini, pembuatan konsentrasi madu putih menggunakan larutan DMSO. DMSO merupakan pelarut yang memiliki kemampuan melarutkan hampir semua senyawa baik polar maupun non polar. DMSO juga tidak memiliki pengaruh terhadap hasil uji dan tidak bereaksi terhadap mikroba yang digunakan (Rahmi & Putri, 2020). Meskipun konsentrasi 100% memiliki nilai zona hambat, nilai tersebut tergolong lemah. Hal ini sesuai dengan kategori diameter zona hambat yaitu lemah (<5 mm), sedang (5-10 mm), kuat (10-20 mm) dan sangat kuat (> 20 mm) (Fiana *et al.*, 2020).

Temuan penelitian ini sejalan dengan Rio *et al.*, (2012) bahwa madu Sikabu maupun madu Lubuk Minturun tidak efektif terhadap *E.coli*. Sifat bakteri gram negatif, khususnya struktur dinding sel dapat mempengaruhi hasil ini. Namun, hasil penelitian ini berbeda dari Ewnetu *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa madu putih dari spesies *Apis mellifera* memiliki aktivitas antibakteri yang kuat yaitu 22 mm. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu letak geografis, musiman dan botani, kondisi panen, pemrosesan dan cara penyimpanan madu (Mandal & Mandal, 2011).

Aktivitas antibakteri madu putih dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya struktur dinding sel bakteri, kualitas madu, dan kandungan madu. *E.coli* merupakan bakteri gram negatif dengan lapisan dinding sel yang kompleks. Dinding sel tersebut tersusun dari fosfolipid, lipopolisakarida, dan lipoprotein.

Lipoprotein pada gram negatif dapat mencegah lisis peptidoglikan dan melindungi sel dari lingkungan eksternal yang hipertonik. Kandungan lipid yang tinggi pada bakteri gram negatif dapat mengurangi permeabilitas dinding sel, sehingga menyulitkan antibakteri madu putih untuk melakukan penetrasi ke dalam sel (Hamidah *et al.*, 2019; Malik *et al.*, 2019). Selain itu, kandungan lipopolisakarida yang dimiliki bakteri gram negatif juga dapat menghambat berbagai jenis antibakteri untuk mencapai sel targetnya dan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya resistensi antibakteri terhadap *E.coli* (Breijyeh *et al.*, 2020).

Kualitas madu putih merupakan faktor lain yang dapat mempengaruhi zona hambat. Beberapa parameter seperti kadar air, keasaman dan gula total dapat mempengaruhi kualitas madu. Pada penelitian ini, jenis madu yang digunakan adalah madu multifloral yang memiliki kadar air tinggi, gula yang tinggi dan keasaman yang tinggi (Tjandra *et al.*, 2022). Kadar air madu dapat digunakan sebagai kriteria utama untuk menentukan kualitas madu. Madu yang kadar airnya tinggi memiliki kualitas yang buruk karena dapat mempengaruhi stabilitas madu saat disimpan. Madu yang memiliki stabilitas rendah akan lebih beresiko mengalami kontaminasi jamur *Zygosaccharomyces*. Fermentasi dapat terjadi jika terkontaminasi jamur tersebut sehingga keasaman madu meningkat (Arung *et al.*, 2024; Fatma *et al.*, 2017). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar air pada madu yaitu suhu di sekitar, kondisi nektar, proses pemanenan dan cara penyimpanan (Adityarini *et al.*, 2020). Kelembaban dan suhu udara yang tinggi dapat meningkatkan kadar air pada madu karena madu memiliki kemampuan higroskopis, yakni mampu menyerap air dari udara sekitar (Adityarini *et al.*, 2020).

Kandungan gula pada madu juga dapat mempengaruhi kualitas madu. Kadar gula yang rendah dapat menurunkan kualitas suatu madu, sedangkan kadar gula yang tinggi dapat meningkatkan kualitas madu dan berguna dalam menghambat pertumbuhan mikroba (Adityarini *et al.*, 2020). Kadar gula yang rendah pada madu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah proses fermentasi, proses fermentasi ini terjadi akibat adanya jamur *Zygosaccharomyces*. Jamur ini dapat

memetabolisme gula yang terkandung dalam madu diubah menjadi asam organik (Fatma *et al.*, 2017; Wulandari, 2017). Selain itu, kadar gula pada madu juga dipengaruhi oleh cara penyimpanannya. Madu yang disimpan pada suhu ruang memiliki kadar gula pereduksi yang kurang baik dibandingkan dengan madu yang di simpan dalam suhu dingin (Wulandari, 2017). Pada penelitian ini, penyimpanan madu dilakukan pada suhu ruang sehingga hal tersebut dapat menjadi faktor penyebab rendahnya kandungan gula, sehingga secara tidak langsung berdampak pada kualitas madu sebagai antibakteri.

Parameter lain yang berpengaruh terhadap kualitas madu adalah keasaman madu (Fatma *et al.*, 2017). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) keasaman madu yang baik yaitu maksimal 50 ml NaOH/kg. Madu yang telah mengalami fermentasi gula menjadi alkohol, akan memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi dari yang ditetapkan SNI. Sehingga dapat menurunkan kualitas madu. Namun, jika madu mencapai nilai standar SNI maka kualitas madu masih dalam kategori baik, artinya madu belum mengalami proses fermentasi (Khasanah *et al.*, 2017).

Faktor selanjutnya adalah kandungan madu. Konsentrasi madu yang menghasilkan zona hambat pada penelitian ini hanya terdapat pada konsentrasi 100% dan aktivitas antibakterinya masih tergolong lemah. Adanya aktivitas antibakteri tersebut dapat disebabkan karena pada madu putih Sumbawa, terdapat kandungan senyawa fenolik seperti flavonoid, saponin dan terpenoid (Hasbi *et al.*, 2023). Flavonoid dapat menghambat aktivitas antibakteri melalui beberapa mekanisme antara lain merusak membran dan dinding sel bakteri, menghambat proses metabolisme bakteri dengan cara menghambat sintesis DNA dan RNA serta menghambat sitokrom C reduktase. Mekanisme tersebut dapat menyebabkan kematian sel bakteri (Krisyanella *et al.*, 2021; Malik *et al.*, 2019).

Senyawa saponin memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas bakteri. Mekanismenya adalah dengan menghambat aktivitas membran sel bakteri, membentuk senyawa kompleks dengan membran sel yang dapat menghancurkan permeabilitas dinding sel serta melalui ikatan hidrogen dapat menyebabkan kematian sel (Purba & Purba, 2023). Senyawa antibakteri selanjutnya adalah

terpenoid. Senyawa ini memiliki mekanisme kerja dengan membentuk ikatan polimer kuat yang dapat merusak porin. Porin merupakan tempat keluar masuknya senyawa dalam bakteri, sehingga ketika porin rusak maka permeabilitas dinding sel akan berkurang. Akhirnya, bakteri akan mengalami kekurangan nutrisi dan berakibat kematian sel bakteri (Krisyanella *et al.*, 2021).

Keunggulan dari penelitian ini adalah dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat. Adapun keterbatasan dari penelitian ini adalah hanya menggunakan bakteri gram negatif saja yaitu *E.coli* untuk menguji aktivitas antibakteri dan hanya menggunakan satu jenis madu yakni madu putih Sumbawa saja, sehingga tidak dapat membandingkan madu yang paling efektif dalam menghambat aktivitas bakteri dibandingkan dengan madu asal daerah lain. Keterbatasan lainnya dalam penelitian ini adalah tidak dilakukan identifikasi kadar air, kadar gula, dan tingkat keasaman pada madu serta kandungan fitokimia madu.

Kesimpulan

Madu putih Sumbawa mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* pada konsentrasi 100% dengan kategori lemah. Sedangkan, pada konsentrasi 25% dan 75% tidak terdapat aktivitas antibakteri. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan kandungan madu putih Sumbawa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas kerja sama dan bantuan yang telah diberikan baik berupa moral maupun material kepada beberapa pihak yang berkontribusi pada penelitian ini, diantaranya Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram dan Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram.

Referensi

Adalina, Y. (2017). Kualitas Madu Putih Asal Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Pros Sem*

- Nas Masy Biodiv Indon Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 3(2): 189–193. DOI: 10.13057/psnmbi/m030204
- Adityarini, D., Suedy, S.A.W.S. & Darmanti, S. (2020). Kualitas Madu Lokal Berdasarkan Kadar Air, Gula Total dan Keasaman dari Kabupaten Magelang. *Journal Buletin Anatomi Dan Fisiologi*. 5(1): 18–24. DOI: 10.14610/baf.5.1.2020.18-24
- Allocati, N., Masulli, M., Alexeyev, M.F. & Di Ilio, C. (2013). *Escherichia coli* in Europe: An overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 10(12): 6235–6254. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph10126235>
- Apriantini, A., Endrawati, Y.C. & Astarini, Z. (2022). Pengaruh Lama Waktu Penurunan Kadar Air terhadap Kualitas Fisikokimia Madu Kapuk dan Madu Rambutan. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 10(2): 98–104. DOI: <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.2.98-104>.
- Arung, E.T., Ardy, A.T.K.O., Syafrizal, Naibaho, N.M. & Paramita, S. (2024). Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Madu *Heterotrigona itama* yang Diternakkan pada Areal Tumbuhan Caliandra (*Calliandra culothyrsus*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Hutan Tropis*. 8(1): 111–115. DOI: <http://dx.doi.org/10.32522/ujht.v8i1.12967>.
- Breijyeh, Z., Jubeh, B. & Karaman, R. (2020). Resistance of Gram-Negative Bacteria to Current Antibacterial Agents and Approaches to Resolve It. *Molecules*. 15(6): 1–23. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25061340>.
- Evahelda, E., Pratama, F. & Santoso, B. (2018). Sifat Fisik dan Kimia Madu dari Nektar Pohon Karet di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *Agritech*. 37(4): 363–368. DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech.16424>.
- Ewnetu, Y., Lemma, W. & Birhane, N. (2013). Antibacterial Effects of *Apis mellifera* and Stingless Bees Honeys on Susceptible and Resistant Strains of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae* in Gondar, Northwest Ethiopia. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 13(269): 1–7. DOI: 10.1186/1472-6882-13-269.
- Fatma, I.I., Haryanti, S., Widodo, S. & Suedy, A. (2017). Uji Kualitas Madu pada Beberapa Wilayah Budidaya Lebah Madu di Kabupaten Pati. *Jurnal Biologi*, 6(2): 58–65. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19538>
- Fiana, F.M., Kiromah, N.Z.W. & Purwanti, E. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 10–20. <http://journals.ums.ac.id/index.php/pharmacoon>
- Hamidah, M.N., Rianingsih, L. & Romadhon. (2019). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda terhadap *E.coli* dan *S.aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2): 11–21. DOI: <https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.6742>
- Hasbi, N., Rosyunita, R., Rahim, A.R., Wardoyo, E.H., Arnawati, I.A., Haza, S.S., Hulfifa, L.N., Alamsyah, A.D.C.F. & Validika, I.K.S. (2023). Phytochemical Screening and Antibacterial Activity Test of Sumbawa White Honey against *Bacillus Megaterium*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 9(10): 8707–8712. DOI: 10.29303/jppipa.v9i10.4913.
- Hossain, M.L., Lim, L.Y., Hammer, K., Hettiarachchi, D. & Locher, C. (2022). A Review of Commonly Used Methodologies for Assessing the Antibacterial Activity of Honey and Honey Products. *Antibiotics*. 11(7): 1–17. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11070975>.
- Kandarini, Y., Mahadita, W. & Marciyasa, P.A. (2020). Profil kuman pada infeksi saluran kemih di Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Bali tahun 2019–2020. *Jurnal Penyakit Dalam Udayana*. 4(2): 45–52. DOI: <https://doi.org/10.36216/jpd.v4i2.140>
- Khasanah, R., Parman, S., Widodo, S. & Suedy, A. (2017). Kualitas Madu Lokal dari Lima Wilayah di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal*

- Biologi*. 6(1): 29-37.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19520>
- Krisyanella, Muslim, Z., Meinisasti, R. & Irawan, A.P. (2021). Screening Fitokimia dan Penetapan Potensi Madu Hutan sebagai Agen Antibakteri terhadap Bakteri *Propionibacterium Acne* dan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Farmasi Higea*. 13(1): 23–29. DOI: 10.52689/higea.v13i1.327.
- Malik, F., Suryawati, Mahdani, W. & Suardi, H.N. (2019). Uji Aktivitas Madu Seulawah sebagai Antibakteri dalam Menghambat Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. *Jurnal Bioeuser*. 3(1): 5–9. DOI: <https://doi.org/10.24815/j.%20biol%20euser.v0i0.18809>
- Mandal, M.D. & Mandal, S. (2011). Honey: Its Medicinal Property and Antibacterial Activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 1(2): 154–160, DOI: 10.1016/S2221-1691(11)60016-6.
- Manguntungi, B., Mustopa, A.Z., Meilina, L., Nurfatwa, M., Vanggy, L.R., Irawan, S., Tamzil, M.S., Aprilian, L., Yulianti., Fidduha, A.S. & Wersian, I.N. (2021). The Profile Analysis of Lactic Acid Bacteria (Lab) From Sumbawa White Honey and Its Potential Producing Antibacterial Compounds. *Walailak Journal of Science and Technology*, Walailak University. 18(15): 1-12. DOI: <https://doi.org/10.48048/wjst.2021.22204>
- Nardin, N. (2017). Pengaruh Konsentrasi Madu dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Media Laboran*. 7(1): 32-35. <https://jurnal.uit.ac.id/MedLab/article/view/353>
- Purba, E.D.R. & Purba, R.P.K.D. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Madu Pahit Pelawan terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacy UMUS*. 4(2): 31–37. DOI: <https://doi.org/10.46772/jophus.v4i02.1015>
- Rahmi, M. & Putri, D.H. (2020). The Antimicrobial Activity of DMSO as A Natural Extract Solvent Aktivitas Antimikroba DMSO Sebagai Pelarut Ekstrak Alami. *Jurnal Serambi Biologi*. 5(2): 56-58. DOI : <http://dx.doi.org/10.24036/5909RF00>
- Ratulangi, W.R. & Halid, M. (2023). Quality Analysis Based on Organoleptic Properties, Water Content, and Total Reducing Sugars Content in the Raw Honey (*Apis dorsata*) and Processed Honey. DOI: <https://doi.org/10.33086/jhs.v16.i01.3091>
- Rio, Y.B.P., Djamal, A. & Asterina, A. (2012). Perbandingan Efek Antibakteri Madu Asli Sikabu dengan Madu Lubuk Minturun terhadap *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus* secara In Vitro,” *Jurnal Kesehatan Andalas*. 1 (2): 59–62. DOI: <https://doi.org/10.25077/jka.v1i2.15>
- Tang, K.W.K., Millar, B.C. & Moore, J.E. (2023). Antimicrobial Resistance (AMR). *British Journal of Biomedical Science*. 80. 1-11. DOI: 10.3389/bjbs.2023.11387
- Tjandra, L., Setyawan, B. & Masfufatun. (2022). Characteristics of Indonesian Wild Honey and Cultivated Honey and Their Antibacterial Activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*. 11(1): 61-67. DOI: 10.30742/jikw.v11i1.1795
- Uddin, T.M., Chakraborty, A.J., Khusro, A., Zidan, B.R.M., Mitra, S., Emran, T. Bin, Dhama, K., Ripon, M.K.H., Gajdacs, M., Sahibzada, M.U.K., Hossain, M.J. & Koirala, N. (2021). Antibiotic Resistance in Microbes: History, Mechanisms, Therapeutic Strategies and Future Prospects. *Journal of Infection and Public Health*. 14(20): 1750-1766. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.10.020>
- Umam, K., Suharli, L., Manguntungi, B., Kusdianawati & Rimbun, R. (2021). Identifikasi Keanekaragaman Tanaman Bunga sebagai Sumber Pakan Lebah Madudi Kawasan Hutan Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh, Sumbawa. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*. 38(1): 18–23. DOI: 10.20884/1.mib.2021.38.1.1049
- Utomo, S.B., Fujiyanti, M., Lestari, W.P. & Mulyani, S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa C-4 Metoksifenikaliks resorsinarena

Termodifikasi
Hexadecyltrimethylammonium-Bromide
terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*
dan *Escherichia coli*. *JKPK (Jurnal Kimia
Dan Pendidikan Kimia*. 3(3): 201-209.
DOI: 10.20961/jkpk.v3i3.22742.
Wulandari, D.D. (2017). Kualitas Madu

(Keasaman, Kadar air, dan Kadar Gula
Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu
Penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset* . 2(1):
16–22.
DOI: <https://doi.org/10.20473/jkr.v2i1.3768>