

Test The Effect of The Inhibitory Power and Minimum Killing Power of Clove Flower Oil (*Syzygium aromaticum*) with Water as a Solvent Against *Staphylococcus aureus*

Hendra Susana Putra¹, Mahrus^{1,2*}, Prapti Sedijani^{1,2}, Agil Al Idrus^{1,2}, Lalu Zulkifli^{1,2}

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : September 01th, 2023

Revised : October 18th, 2023

Accepted : October 24th, 2023

*Corresponding Author:

Mahrus, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

Email: mahrus@unram.ac.id

Abstract: Excessive use of antibiotics in treating infectious diseases has caused some bacteria to become resistant. Therefore, it is hoped that the use of natural ingredients such as cloves can be an alternative solution in reducing excessive use of antibiotics. This study aims to test the inhibitory effect and minimum killing power of clove flower oil (*Aromatic syzygium*) with water as a solvent against *Staphylococcus aureus*. In determining the inhibition zone, the diffusion disk method was used. Meanwhile, determining the Minimum Kill Ability (MKA) uses the liquid tube dilution method. The results showed that an increase in the concentration of clove flower extract was followed by an increase in the inhibition zone in the media with the isolate *Staphylococcus aureus*. Meanwhile, in measuring the Minimum Kill Ability, the results showed that the MKA value of clove leaf extract against bacteria *Staphylococcus aureus* smaller than 5%. This shows that only a 5% concentration of clove leaf extract is enough to inhibit growth *Staphylococcus aureus*. These findings indicate the potential of clove leaf extract as an antimicrobial agent for bacteria *Staphylococcus aureus*. So it is hoped that natural ingredients will be able to reduce excessive use of antibiotics.

Keywords: Antimicrobial, clove flower extract (*Aromatic syzygium*), inhibition zone, minimum kill ability, *Staphylococcus aureus*.

Pendahuluan

Resistensi antibiotik telah menjadi perhatian masyarakat di seluruh belahan dunia, yang memerlukan kesadaran bersama (Hazimah *et al.*, 2018). Penggunaan antibiotik secara berlebihan dalam penanganan penyakit infeksi telah menyebabkan beberapa bakteri menjadi resisten melalui perubahan genetik. Masalah yang dihadapi adalah gen-gen resisten ini dapat ditransfer dari lingkungan ke manusia (Andiarna *et al.*, 2020). *Staphylococcus aureus* dilaporkan sebagai penyebab infeksi yang signifikan. Studi *European Epech* menunjukkan bahwa sekitar 60% isolat *Staphylococcus aureus* yang diteliti adalah MRSA (*Methycillin Resistant Staphylococcus Aureus*) (Andini *et al.*, 2019). MRSA juga memiliki prevalensi tinggi dalam

bakteria yang terlihat secara klinis pada pasien (Kemalaputri *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya di ruang ICU RSUP Fatmawati Jakarta menunjukkan resistensi lebih dari 60% terhadap ceftriakson pada *S. epidermidis*, *E. Aerogenes*, *P. Aeruginosa*, *Klebsiella sp*, dan *Serratia sp* (Sagita & Hastuti, 2020).

Krisis resistensi antibiotik ini disebabkan oleh penggunaan berlebihan dan penyalahgunaan obat-obatan, serta kurangnya pengembangan obat baru oleh industri farmasi karena insentif ekonomi yang terbatas dan persyaratan peraturan yang menantang (Pratama & Darmawan, 2023). Sebagai solusi alternatif, pengobatan dengan bahan alami menjadi perhatian, dan tanaman obat seperti cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) telah digunakan sejak zaman dahulu (Ilyas, 2020). Bunga

cengkeh (*Syzygium aromaticum*) memiliki peran dalam pengobatan tradisional India dan Cina sebagai agen penghangat dan perangsang (Pratama *et al.*, 2019).

Efek penghambatan yang efektif terhadap berbagai penyakit dikaitkan dengan senyawa antimikroba dalam bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum*) seperti eugenol, tanin, saponin, flavonoid, alkaloid, dan fenol. Senyawa-senyawa ini bekerja dengan merusak membrane sel, menginaktivkan membrane protein secara permanen, dan menyebabkan kerusakan pada asam nukleat bakteri (Ugha, 2019). Bentuk efek antimikroba bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dapat dinilai melalui dua parameter penting, yaitu sensitivitas (zona hambat) (Hasanuddin, 2020) dan kemampuan bunuh minimum (KBM) (Ugha, 2019). Sensitivitas atau zona hambat mengukur kemampuan suatu senyawa atau zat untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada medium agar. Semakin besar zona hambat yang terbentuk, semakin efektif senyawa tersebut dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Putrajaya *et al.*, 2019).

Kemampuan bunuh minimum merupakan konsentrasi terendah dari senyawa antibakteri yang diperlukan untuk membunuh bakteri secara efektif (Sugiaman, 2023). Semakin rendah konsentrasi yang diperlukan, semakin kuat efek antibakteri yang dimiliki senyawa tersebut (Khan *et al.*, 2018). Melalui pengukuran sensitivitas dan kemampuan bunuh minimum, dapat diperoleh informasi yang penting dalam mengevaluasi potensi senyawa sebagai agen antibakteri yang efektif. Berdasarkan informasi performa bunga cengkeh terhadap beberapa mikroba penting di atas, penelitian "Uji Aktivitas Anti Bakteri Minyak Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*". Penelitian ini dapat sebagai alternatif pengobatan dari mikroba penting (*Staphylococcus aureus*) serta dapat menjadi suplemen materi pembelajaran maupun perkuliahan mikrobiologi.

Bahan dan Metode

Bahan uji daya hambat dan bunuh minimum

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut: mikro pipet, tabung raksi, kaca pembesar, kaca pembesar,

objek gelas, larutan ekstrak minyak bunga cengkeh, Media MHA, Isolat *Staphylococcus aureus*.

Prosedur pengumpulan data

Prosedur pengambilan dalam penelitian ini terdiri atas 4 langkah, Adapun lebih terperinci disajikan sebagai berikut:

Pembuatan media (Media Mueller Hinton Agar)

Timbang media MHA sesuai dengan formula dan jumlah media yang akan dibuat. Ditambahkan dengan dengan air steril dengan perbandingan yang benar sesuai dengan formula media. Dipanaskan dengan menggunakan bunsen burner hingga semua bahan larut dalam air. Pastikan untuk mencampur campuran secara merata. Diukur pH media, apabila tidak sesuai dapat menyesuaikan pH dengan menggunakan larutan asam atau basa sesuai kebutuhan. Dilakukan sterilisasi media dengan menggunakan autoklaf. Setelah media disterilkan, dituang kedalam petridis, biarkan mendingin agar media menggejel. Kemudian, media siap digunakan untuk kultur bakteri uji.

Pembuatan media dilusi

Menimbang media dilusi sesuai dengan formula yang akan dibuat, kemudian di larutkan dengan air steril sampai volume yang diinginkan. Panaskan campuran media dan air steril hingga semua bahan terlarut dengan merata. Diukur pH media jika belum sesuai (pH netral) dapat menyesuaikan pH dengan menggunakan larutan asam atau basa steril. Masukkan media dilusi sebanyak 5 ml kedalam tabung yang sudah disterilkan. Disterilkan media dengan menggunakan autoklaf. Dbiarkan mendingin hingga suhu yang sesuai dengan kultur bakteri yang akan digunakan. Dilakukan penambahan minyak cengkeh ke dalam media dilusi sesuai perlakuan minyak cengkeh terhadap bakteri uji yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

Penentuan zona hambat

Penentuan zona hambat dilakukan dengan menggunakan metode cakram difusi, di mana cakram kertas steril yang telah dicelupkan ke dalam senyawa antibakteri ditempatkan di atas medium agar yang telah ditanami bakteri

(Guntur *et al.*, 2021). Selama inkubasi, senyawa antibakteri yang terdapat pada cakram akan difusi ke sekitar medium agar dan membentuk zona tanpa pertumbuhan bakteri. Ukuran zona hambat diukur sebagai diameter dalam milimeter dengan menggunakan kaliper atau alat pengukur lainnya (Savitri *et al.*, 2018). Ukuran zona hambat yang lebih besar menunjukkan bahwa senyawa antibakteri memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Magani *et al.*, 2020).

Penentuan kadar bunuh minimum

Penentuan kadar bunuh minimum bakteri dilakukan dengan menggunakan metode dilusi tabung cair (Fitriana *et al.*, 2020). Pada metode ini, serangkaian tabung reaksi mengandung media cair yang mengandung konsentrasi yang berbeda dari senyawa antibakteri. Bakteri yang diuji ditambahkan ke setiap tabung dan diinkubasi pada suhu dan waktu yang sesuai. Setelah inkubasi, tabung yang tidak menunjukkan pertumbuhan bakteri dianggap memiliki kadar bunuh minimum. Kadar bunuh minimum merupakan konsentrasi terendah dari senyawa antibakteri yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri secara signifikan (Kulla & Herrani., 2022).

Hasil dan Pembahasan

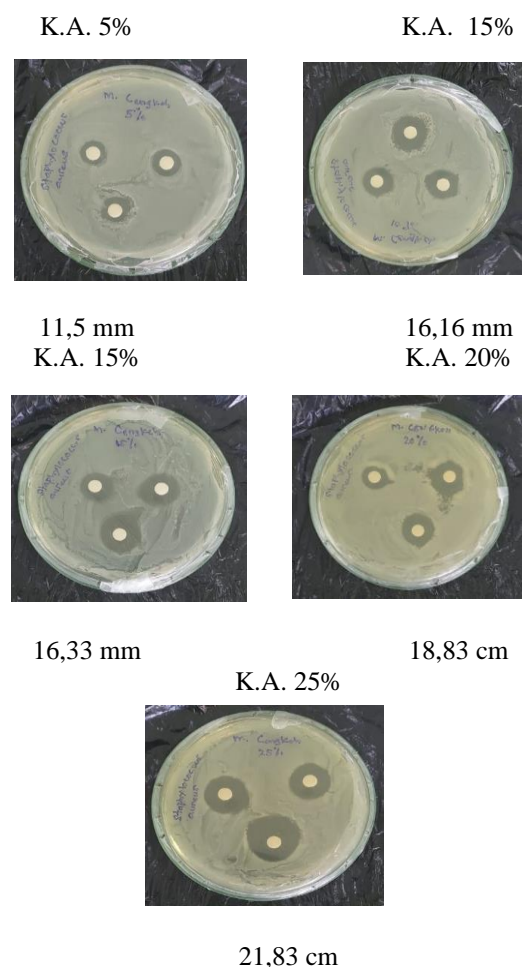
Zona hambat minyak bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Data sensitivitas (zona hambat) diamati pada bakteri *Staphylococcus aureus*. Efek perlakuan antibakteri ekstrak bunga cengkeh disajikan dengan data kuantitatif dan data kualitatif. Data sensitivitas memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi pada ekstrak bunga cengkeh diikuti oleh peningkatan zona hambat pada media dengan isolat *Staphylococcus aureus* (Tabel 1). Data penting lainnya menunjukkan adanya kemungkinan perlakuan yang lebih optimal di atas 25%, hal ini terlihat melalui perlakuan kontrol positif masih memiliki ukuran zona hambat dari perlakuan 25%. Berikut disajikan data hasil uji pad tabel 1.

Tabel 1. Zona hambat antibakteri bunga cengkeh pada *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi	R1 (mm)	R2 (mm)	R3 (mm)	Rata-rata	Ket
25 %	25	21,5	19	21,83	Sensitif
20 %	18	21	17,5	18,83	Sensitif
15 %	19	16	14	16,33	Sensitif
10 %	18	15,5	15	16,16	Sensitif
5 %	14,5	10	10	11,5	Sensitif
Kontrol Positif	38	37	35	36,66	Sensitif
Kontrol Negatif	0	0	0	0	Resisten

Data kualitatif ditunjukkan melalui gambar visual replikasi terakhir pasca perlakuan (Gambar 1). Gambar 1 mengonfirmasi data tabel 1 bahwa peningkatan konsentrasi perlakuan ekstrak bunga cengkeh berbanding lurus dengan peningkatan zona hambat.



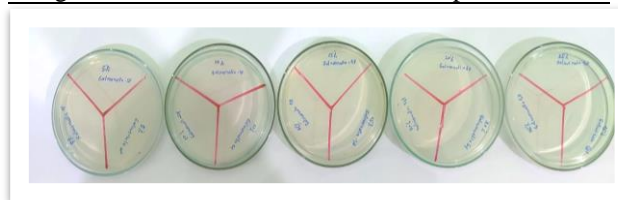
Gambar 1. Visual replikasi terakhir K. A. (Konsentrasi antibakteri) pada medium dengan isolate *S. aureus*.

Kemampuan bunuh minimum antibakteri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

Data hasil yang diperoleh menunjukkan Kemampuan Bunuh Minimum (KBM) dari ekstrak daun cengkeh terhadap *Staphylococcus aureus* lebih kecil dari 5% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan dengan hanya konsentrasi 5% ekstrak daun cengkeh sudah cukup untuk menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan hasil yang maksimal. Selain data kuantitatif, data kualitatif juga ditunjukkan melalui gambar visual replikasi terakhir pasca perlakuan. Gambar 2 mengonfirmasi data tabel 2 bahwa setiap variasi perlakuan secara efektif membunuh *Staphylococcus aureus* pada media.

Tabel 2. Data kemampuan bunuh minimum antibakteri bunga cengkeh pada *Staphylococcus aureus*

Replikasi	R1	R2	R3	Rata-rata	Keterangan
25 %	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan
20 %	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan
15 %	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan
10 %	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan
5 %	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan
Kontrol Positif	+	+	+	Positif	Ada Pertumbuhan
Kontrol Negatif	-	-	-	Negatif	Tidak ada pertumbuhan



Gambar 2. Visual replikasi terakhir kemampuan bunuh minimum antibakteri pada medium dengan isolate *S. aureus*

Pembahasan

Daya hambat

Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pada ekstrak bunga cengkeh diikuti oleh peningkatan zona hambat pada media dengan isolate *Staphylococcus*

aureus (Tabel 1). Selanjutnya, hasil analisis mengkonfirmasi bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi perlakuan. Analisis *Pairwise Comparison* kemudian menunjukkan perlakuan 25% adalah perlakuan dengan konsentrasi hasil optimal. Penelitian oleh Lee *et al.*, (2018) menunjukkan hal yang sama dengan penelitian ini dimana semakin tinggi konsentrasi ekstrak bunga cengkeh yang diberikan, semakin besar pula zona hambat yang dihasilkan pada media, menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antimikroba.

Mekanisme yang mendasari efek antimikroba ekstrak bunga cengkeh pada *Staphylococcus aureus* telah banyak diteliti. Eugenol, merupakan senyawa utama dalam bunga cengkeh, diketahui memiliki sifat antibakteri karena kemampuannya untuk merusak membran sel bakteri dan mengganggu proses metabolisme seluler (Alqurashi & Khan, 2019; Naveed *et al.*, 2018). Selain itu, *beta-caryophyllene* dalam ekstrak bunga cengkeh juga dapat berkontribusi pada aktivitas antimikroba karena memiliki kemampuan untuk mempengaruhi sinyal seluler dan menginduksi kematian sel bakteri (Wu *et al.*, 2020).

Kemampuan bunuh minimum

Kemampuan bunuh minimum (KBM) dari ekstrak daun cengkeh terhadap *S. aureus* lebih kecil dari 5% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan dengan hanya konsentrasi 5% ekstrak daun cengkeh sudah cukup untuk menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan hasil yang maksimal. Penelitian oleh Naveed *et al.*, (2018) mengevaluasi efek antibakteri ekstrak daun cengkeh terhadap berbagai strain *Staphylococcus aureus*. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa ekstrak daun cengkeh memiliki KBM yang signifikan terhadap beberapa strain *Staphylococcus aureus*. Temuan ini menegaskan bahwa ekstrak daun cengkeh memiliki potensi sebagai agen antimikroba yang efektif dalam melawan infeksi *Staphylococcus aureus*.

Mekanisme yang mendasari Kemampuan Bunuh Minimum (KBM) dari ekstrak daun cengkeh terhadap *Staphylococcus aureus* telah menjadi subjek penelitian lebih lanjut. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak daun cengkeh, seperti eugenol, memiliki sifat antibakteri yang kuat. Eugenol

diketahui dapat merusak membran sel bakteri dan mengganggu homeostasis seluler bakteri (Alqurashi & Khan, 2019; Naveed *et al.*, 2018). Selain itu, senyawa-senyawa lain dalam ekstrak daun cengkeh juga berkontribusi pada efek antimikroba yang diobservasi.

Kesimpulan

Variasi perlakuan ekstrak bunga cengkeh memiliki efek yang signifikan pada seluruh bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini dapat dilihat baik pada parameter sensitivitas maupun kemampuan bunuh minimum (KBM) dari ekstrak bunga cengkeh. Pada parameter sensitivitas, bakteri memiliki sensitivitas optimal pada konsentrasi 5%. Adapun untuk parameter kemampuan bunuh minimum, bakteri terlihat mati cukup pada kadar 5% ekstrak bunga cengkeh.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Mataran, Magister Pendidikan IPA, Laboran Mikrobiologi Fakultas Kedokteran UNRAM yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Alqurashi, R. M., & Khan, I. A. (2019). Antibacterial activity of essential oils and their combination against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32(6), 2875-2879.
- Andiarna, F., Hidayati, I., & Agustina, E. (2020). Pendidikan kesehatan tentang penggunaan antibiotik secara tepat dan efektif sebagai upaya mengatasi resistensi obat. *Journal of Community Engagement and Empowerment*, 2(1). URL: <https://www.ojs.iik.ac.id/index.php/JCEE/index>
- Andini, A. S., Syuhriatin, S., & Swandayani, R. E. (2019). Aktivitas antibakteri cacing tanah (*perionyx excavatus*) terhadap bakteri patogen mrsa (methicillin resistant *staphylococcus aureus*) secara in-vitro. *AVESINA: Media Informasi Ilmiah*

- Universitas Islam Al-Azhar*, 13(1), 1-8.
- Fitriana, Y. A. N., Fatimah, V. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Aktivitas anti bakteri daun sirih: uji ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). *Sainteks*, 16(2). DOI: <https://doi.org/10.30595/sainteks.v16i2.7126>
- Guntur, A., Selena, M., Bella, A., Leonarda, G., Leda, A., Setyaningsih, D., & Riswanto, F. D. O. (2021). Kemangi (*Ocimum basilicum* L.): Kandungan Kimia, Teknik Ekstraksi, dan Uji Aktivitas Antibakteri. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 513-528. DOI: <https://doi.org/10.22146/jfps.3376>
- Hasanuddin, A. P., & Salnus, S. (2020). Uji bioaktivitas minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* penyebab kariies gigi. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 241-250. DOI: <https://doi.org/10.20956/bioma.v5i2.114>
- Hazimah, K., Priastomo, M., & Rusli, R. (2018, June). Studi penggunaan antibiotik pada pasien demam tifoid di RS SMC periode 2017. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* (Vol. 7, pp. 57-62). DOI: <https://doi.org/10.25026/mpc.v7i1.290>
- Ilyas, H. F. (2020). Ramuan Tradisional Dalam Budaya Masyarakat Bugis. *Walasuji: Jurnal Sejarah Dan Budaya*, 7(1), 139-152. DOI: <https://doi.org/10.36869/wjsb.v7i1.92>
- Kemalapatni, D. W., Jannah, S. N., & Budiharjo, A. (2017). Deteksi MRSA (Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*) pada pasien rumah sakit dengan metode Maldi-Tof MS dan Multiplex PCR. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(4), 51-61.
- Khan, I., Shakil, S., Kim, M. Y., & Na, Y. M. (2018). Cobalt oxide nanoparticles with different crystal phases exert antibacterial activity via cell membrane damage. *Scientific Reports*, 8(1), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.9734/JSRR/2018/25280>
- Kulla, P. D. K., & Herrani, R. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Bawang Lanang (*Allium sativum* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia*

- coli. *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*, 8(2), 1408-1420. DOI: <https://doi.org/10.33143/jhtm.v8i2.2479>
- Lee, S. E., et al. (2018). In vitro antibacterial and synergy of combination of essential oil from *Eugenia caryophyllata* with selected antibiotics against four oral pathogenic bacteria. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/4183670>
- Magani, A. K., Tallei, T. E., & Kolondam, B. J. (2020). Uji Antibakteri Nanopartikel Kitosan terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Bios Logos*, 10(1), 7-12. DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.10.1.2020.27978>
- Naveed, R., et al. (2018). Eugenol and its synthetic analogues inhibit cell growth of human cancer cells (Part I). *Frontiers in Oncology*, 8, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532008000300024>
- Nur Aeni, M., & Sebayang, R. (2018). Pertumbuhan Koloni *Mycobacterium tuberculosis* Pada Agar Darah dengan Penambahan Air Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Dan Media Lowenstein Jensen.
- Pratama, M. F. A., & Darmawan, E. S. (2023). Kebijakan implementasi program antimicrobial stewardship. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 3(1), 85-111. URL: <https://www.ojs.cahayamandalika.com/index.php/JCM/article/view/1569>
- Pratama, M., Razak, R., & Rosalina, V. S. (2019). Analisis kadar tanin total ekstrak etanol bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(2), 368-373. DOI: <https://doi.org/10.33096/jffi.v6i2.510>
- Putrajaya, F., Hasanah, N., & Kurlya, A. (2019). Daya hambat ekstrak etanol daun suruhan (*Peperomia pellucida* L.) terhadap pertumbuhan bakteri penyebab jerawat (*Propionibacterium acnes*) dengan metode sumur agar. *Edu Masda Journal*, 3(2), 123-140. DOI: <https://doi.org/10.52118/edumasda.v3i2.34>
- Sagita, D., & Hastuti, H. (2020). Uji Resistensi Antibiotik Terhadap Kultur Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Ruang Intensive Care Unit (ICU) Rumah Sakit Y Kota Jambi. *Journal of Healthcare Technology And Medicine*, 6(1), 301-307.
- Savitri, E., Fakhurrrazi, F., Harris, A., Erina, E., Sutriana, A., & Lubis, T. M. (2018). Uji Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* (Antibacterial Activity Test of *Moringa oleifera* L. Extracts on *Staphylococcus aureus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(3), 373-379. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v2i3.8227>
- Sugiaman, V. K., Viando, E. J., & Pranata, N. (2023). Aktivitas antibakteri ekstrak daun mangga gedong terhadap *Streptococcus mutans*: Studi eksperimental. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 35(2), 134-140. DOI: <https://doi.org/10.24198/jkg.v35i2.46933>
- Ugha, K. B., Indriarini, D., & Koamesah, S. M. (2019). Uji Aktivitas Anti Bakteri Ekstrak Etanol Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia Coli* Secara In-Vitro. *Cendana Medical Journal (CMJ)*, 7(2), 149-157. <https://doi.org/10.35508/cmj.v7i2.1779>
- Wu, C., et al. (2020). β -caryophyllene enhances the efficacy of oxacillin against *Staphylococcus aureus*. *Microbial Pathogenesis*, 145, 104245.