

Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) pada *Escherichia coli* dengan Metode Dilusi

Mikhael Angelo Malo¹,
Ade Dharmawan^{2*},
Donna Mesina Rosadini
Pasaribu²

¹Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia.

²Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta, Indonesia.

Abstrak

Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu bakteri yang dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi manusia, termasuk di Indonesia. Hal ini mendorong perlunya cara untuk menangani permasalahan kesehatan. Masyarakat Indonesia telah mengenal tradisi pengobatan menggunakan tanaman yang ada di sekitar masyarakat seperti daun sirih hijau (*Piper betle* L.). Daun sirih mengandung banyak kandungan senyawa yang dapat bekerja sebagai antibakteri, sehingga dapat dimanfaatkan dalam menanggulangi permasalahan yang ditimbulkan oleh bakteri *Escherichia coli*. Tujuan penelitian ini adalah melakukan ekstraksi daun sirih hijau, kandungan senyawa dalam ekstrak digunakan untuk mengetahui kemampuan antibakteri terhadap bakteri *E. coli*. Metode dalam penelitian ini untuk menentukan konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM) dengan cara dilusi tabung. Hasil penelitian Konsentrasi hambat minimum (KHM) dan konsentrasi bunuh minimum (KBM) yang dihasilkan pada persentase 2%. Penelitian menyimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap bakteri *E. coli*.

Kata Kunci: antibakteri, daun sirih hijau, *Escherichia coli*, konsentrasi hambat minimum, konsentrasi bunuh minimum

Antibacterial Effectiveness of Green Betel Leaf Extract (*Piper betle* L.) on *Escherichia coli* with Dilution Method

*Corresponding Author : Ade Dharmawan

Corresponding Email :
ade.dharmawan@ukrida.ac.id

Submission date : July 2, 2026

Revision date : July 30, 2026

Accepted date : August 8, 2026

Published date : August 24, 2026

Copyright (c) 2026 Mikhael Angelo Malo, Ade Dharmawan, Donna Mesina Rosadini



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Abstract

Escherichia coli bacteria is one of the bacteria that can cause health problems for humans, including in Indonesia. This encourages the need for ways to deal with health problems. Indonesian people have been familiar with the tradition of medicine using plants around the community such as green betel leaves (*Piper betle* L.). Betel leaves contain many compounds that can work as antibacterials, so they can be used to overcome problems caused by *Escherichia coli* bacteria. The purpose of this study was to extract green betel leaves, the compound content in the extract was used to determine the antibacterial ability against *Escherichia coli* bacteria. The method in this study was to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) by tube dilution. The results of the study minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) produced at a percentage of 2%. The study concluded that green betel leaf extract has the ability as an antibacterial against *E. coli* bacteria.

Keywords: antibacterial, *Escherichia coli*, green betel leaf, minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration

How to Cite:

Malo, M. A., Dharmawan, A., & Pasaribu, D. M. R. Antibacterial Effectiveness of Green Betel Leaf Extract (*Piper betle* L.) on *Escherichia coli* with Dilution Method : Antibacterial Effectiveness on *Escherichia coli* with Dilution Method . JMedScientiae, 2026.5(2): 200-206. Available from: <https://ejournal.ukrida.ac.id/index.php/ms/article/view/4387> DOI: <https://doi.org/10.36452/jmedscientiae.v5i2.4387>

Pendahuluan

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri batang Gram negatif yang banyak ditemukan sebagai organisme komensalisme di usus, akan tetapi juga terdapat varian yang bersifat patogen.^{1,2} Bakteri ini dapat menimbulkan penyakit pada usus seperti diare dan penyakit di luar usus seperti pneumonia, peritonitis, infeksi saluran kemih, gagal ginjal, bakteremia, syok septik, dan infeksi nosokomial.^{1,2} Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *E. coli* dapat memengaruhi kondisi gangguan kesehatan dan berkaitan sesuai dengan gejala yang timbul dari kondisi penyakit yang terjadi.¹⁻⁸ Sebagai contoh, *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2024 menyatakan bakteri *E. coli* ini merupakan salah satu bakteri penyebab diare pada anak-anak, dan diare merupakan penyebab kematian terbesar ketiga pada anak-anak usia dibawah 5 tahun.³ Diare merupakan penyebab kematian sebesar 7 % pada neonatus dan 6 % pada bayi usia 28 hari dalam survei demografi yang dilakukan pada tahun 2018.⁴

E. coli juga merupakan penyebab utama infeksi saluran kemih dengan lebih dari 95% kasus disebabkan oleh patogen ini.⁵ Penelitian membuktikan bahwa kasus infeksi saluran kemih ditemukan sekitar 150 juta kasus di dunia dan 9-10 kasus tiap 100.000 orang per tahun di Indonesia.⁶ Selain itu, 40% kasus infeksi saluran kemih merupakan infeksi nosokomial.⁶ Bakteri *E. coli* merupakan salah satu patogen penyebab utama infeksi nosokomial,^{1,6} dengan prevalensi sebesar 8,7% pasien atau lebih dari 1,4 juta kasus yang menjalani rawat inap.⁷ Kasus infeksi nosokomial di Indonesia juga memiliki angka yang besar dengan prevalensi sekitar 15,74%, angka yang jauh lebih besar dibandingkan prevalensi dunia.⁸ Angka kasus yang tinggi pada beberapa penyakit yang dapat disebabkan oleh infeksi bakteri *E. coli* ini merupakan hal memprihatinkan karena merupakan permasalahan yang terjadi dalam dunia kesehatan masyarakat baik dalam dunia internasional maupun nasional.

Daun sirih hijau adalah tanaman yang umum ditemukan dan dikenal oleh kalangan masyarakat di Indonesia. Selain itu, tanaman ini telah dimanfaatkan dalam berbagai lini kehidupan masyarakat termasuk dalam pengobatan beberapa penyakit.^{9,10} Hasil penelitian menunjukkan daun sirih hijau

mempunyai kemampuan aktivitas antibakteri dengan menghambat bakteri *E. coli*.¹¹⁻¹³ Penelitian Ronaldo *et al.*, menunjukkan tanaman ini menghasilkan aktivitas antibakteri yang kuat pada bakteri Gram negatif dengan rata-rata zona hambat sebesar 16,01 mm.¹¹ Selain itu, tanaman ini juga berfungsi dengan menghambat bakteri *E. coli* berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya.^{12,13}

Hal tersebut dapat dijadikan sebagai pengembangan cara menangani permasalahan infeksi bakteri *E. coli*. Walaupun terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas kemampuan antibakteri tanaman ini terhadap bakteri *Escherichia coli*. Akan tetapi, masih terdapat keterbatasan pada angka konsentrasi minimum ekstrak daun sirih hijau yang efektif sebagai antibakteri ini. Oleh karena itu, dilakukan penelitian lanjutan mengenai efektivitas daun sirih hijau sebagai antibakteri pada bakteri *E. coli*.

Metodologi

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan di laboratorium skripsi dan laboratorium riset Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Kristen Krida Wacana, dengan tujuan mengetahui efektivitas antibakteri dari daun sirih hijau yang diekstraksi dengan etanol terhadap bakteri *E. coli*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Juni tahun 2026. *Strain* bakteri yang digunakan yaitu *Escherichia coli* ATCC 25922. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode dilusi yang menentukan konsentrasi hambat minimum, serta menentukan konsentrasi bunuh minimum. Persentase yang diujikan dalam penelitian ini yaitu 100%, 80%, 60%, 40%, 20%, 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,5%, 0,25%, dan 0,125% secara duplo.

Pengujian konsentrasi hambat minimum dilakukan dalam tabung reaksi dengan media *mueller hinton broth* dan dilakukan pengenceran untuk menyesuaikan persentase yang akan diuji, selanjutnya setiap larutan uji ditetaskan satu tetes suspensi bakteri, lalu inkubasi selama 18-24 jam. Selanjutnya, pengujian dilanjutkan dengan menguji konsentrasi bunuh minimum dengan melakukan penanaman larutan yang telah diuji konsentrasi hambat minimum ke media *nutrient agar* (NA) dan diinkubasi selama 18-

24 jam. Data akan dianalisis berdasarkan yang diperoleh dari hasil penelitian eksperimental di laboratorium yang menentukan konsentrasi hambat minimum dengan ditunjukkan kejernihan larutan dibandingkan kontrol positif pada persentase terendah, dan konsentrasi bunuh minimum ekstrak daun sirih hijau terhadap bakteri *E. coli* dengan tidak ditunjukkan adanya pertumbuhan bakteri pada persentase terendah.

Hasil

Hasil penelitian ini akan memperlihatkan nilai rendemen ekstrak daun sirih hijau, pewarnaan Gram bakteri *E. coli*, serta konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum yang menunjukkan kemampuan antibakteri yang dihasilkan oleh daun sirih hijau terhadap bakteri *E. coli*.

Nilai rendemen ekstrak daun sirih hijau dalam penelitian ini yaitu:

$$\frac{32,02}{260} \times 100 \% = 12,32 \%$$

Berat bersih ekstrak: 32,02 g

Berat simplisia (daun sirih hijau): 260 g

Maka, nilai rendemen ekstrak dalam penelitian ini yaitu sebesar 12,32%

Pewarnaan Gram yang dilakukan terhadap bakteri *E. coli* ini didapatkan bahwa bakteri berwarna merah dan berbentuk batang. Hal ini menunjukkan bahwa *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif.

Konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum yang dihasilkan oleh daun sirih hijau terhadap bakteri *E. coli*. Proses penelitian konsentrasi hambat minimum merupakan tahap awal untuk mengetahui kemampuan antibakteri dari daun sirih hijau terhadap bakteri *E. coli*. Proses uji ini menggunakan media *Mueller Hinton broth* (MHB) dalam tabung uji. Sedangkan, proses penelitian konsentrasi bunuh minimum merupakan kelanjutan dari penelitian konsentrasi hambat minimum. Penelitian yang dilakukan secara duplo untuk mengamati konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum (KBM) dari bakteri *E. coli* (Tabel 1).

Tabel 1. Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh Minimum

Persentase (%) & kontrol	Tabung uji I	Tabung uji II	Agar uji I	Agar uji II
100	TDD	TDD	-	-
80	TDD	TDD	-	-
60	TDD	TDD	-	-
40	TDD	TDD	-	-
20	TDD	TDD	-	-
15	-	-	-	-
10	-	-	-	-
5	-	-	-	-
4	-	-	-	-
3	-	-	-	-
2	-	-	-	-
1	-	+	-	+
0,5	+	+	+	+
0,25	+	+	+	+
0,125	+	+	+	+
Kontrol positif			+	
Kontrol negatif			-	

Keterangan:

TDD : Tidak dapat dinilai

+: Keruh (pada tabung) / terdapat pertumbuhan bakteri (pada agar)

- : Jernih (pada tabung) / tidak terdapat pertumbuhan bakteri (pada agar)

Berdasarkan Tabel 1, uji konsentrasi hambat minimum yang diujikan dengan persentase 100%, 80%, 60%, 40%, dan 20% tidak dapat dinilai untuk tingkat kekeruhan yang dihasilkan. Namun, hal tersebut ketika dilanjutkan dalam uji konsentrasi bunuh

minimum pada media *nutrient agar* (NA) menunjukkan tidak adanya pertumbuhan bakteri. Selanjutnya, uji konsentrasi hambat minimum yang dilakukan pada persentase 15%, 10%, 5%, 4%, 3%, dan 2% didapatkan suspensi uji yang jernih. Persentase tersebut selanjutnya

dilakukan uji konsentrasi bunuh minimum dan didapatkan tidak terdapatnya pertumbuhan bakteri. Lalu, pada persentase 0,5%, 0,25%, dan 0,125% didapatkan kekeruhan pada suspensi uji dalam uji konsentrasi hambat minimum dan didapatkan pertumbuhan bakteri pada uji konsentrasi bunuh minimum. Akan tetapi, terdapat perbedaan hasil pada persentase 1% yaitu dengan didapatkan suspensi uji yang jernih dan tidak tumbuhnya bakteri pada uji I, namun didapatkan suspensi uji yang keruh dan tumbuhnya bakteri pada uji II. Hal tersebut menyebabkan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum belum dapat ditentukan. Maka dari itu, uji diulang pada persentase 2% dan 1% untuk memastikan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum.

Tabel 2. Konsentrasi Hambat Minimum dan Konsentrasi Bunuh Minimum dengan Pengulangan

Persentase (%) & kontrol	Tabung uji I	Tabung uji II	Agar uji I	Agar uji II
2%	-	-	-	++
1%	+	+	+	+
Kontrol positif			+	
Kontrol negatif			-	

Keterangan:

TDD : Tidak dapat dinilai

+: Keruh (pada tabung) / terdapat pertumbuhan bakteri (pada agar)

- : Jernih (pada tabung) / tidak terdapat pertumbuhan bakteri (pada agar)

Berdasarkan Tabel 2, hasil uji konsentrasi hambat minimum menunjukkan kekeruhan pada persentase 1% dan kejernihan dibandingkan kontrol positif pada persentase 2%. Persentase 1% merupakan persentase terakhir yang menunjukkan kekeruhan seperti kontrol positif. Selanjutnya, uji konsentrasi bunuh minimum yang dilakukan menunjukkan bahwa pada persentase 1% masih terdapat pertumbuhan bakteri, sedangkan pada persentase 2% sudah tidak terdapat pertumbuhan bakteri. Maka dari itu, konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum dari ekstrak daun sirih hijau terhadap bakteri *E. coli* yaitu pada persentase 2%.

Pembahasan

Penelitian yang telah dilakukan ini membuktikan bahwa daun sirih hijau memang memiliki kemampuan antibakteri terhadap bakteri *E. coli*. Hal ini dibuktikan dengan konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum pada persentase 2%. Penelitian ini menunjukkan nilai konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum pada persentase yang sama dikarenakan dalam penelitian menunjukkan bahwa persentase 1% masih menunjukkan kekeruhan seperti kontrol positif, dan pada persentase 2% sudah menunjukkan kejernihan. Setelah itu, uji yang dilanjutkan untuk menentukan nilai konsentrasi bunuh minimum didapatkan bahwa pada persentase 2% merupakan persentase awal tidak terdapatnya pertumbuhan koloni bakteri. Data ini menunjukkan bahwa tanaman ini efektif untuk menghambat dan membunuh bakteri *E. coli*.

Hasil penelitian sebelumnya jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan sekarang ini menunjukkan bahwa tanaman daun sirih hijau memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *E. coli*.^{12,14,15} Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ini berhasil menghambat dan membunuh bakteri mulai dari persentase 2% hingga seluruh persentase diatas 2% yang diujikan. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan pada penelitian sebelumnya. Penelitian Zulfikri *et al.*, dengan metode difusi cakram menunjukkan daya hambat lemah pada persentase 5% dan 10%, sedangkan penelitian ini memperlihatkan bahwa pada persentase yang lebih rendah telah didapatkan daya antibakteri yang mumpuni.^{12,14} Selain itu, penelitian yang dilakukan pada persentase 80% dan 100% didapatkan daya hambat dan bunuh yang baik terhadap bakteri, dimulai sejak persentase 2%. Hal ini terdapat perbedaan dengan penelitian Hasibuan *et al.*, yang menunjukkan penurunan daya hambat pada persentase 80% dan 100% menjadi berkekuatan sedang.¹⁴ Hal ini dapat terjadi karena metode dilusi memiliki kelebihan yaitu meningkatkan terjalannya homogenitas antara bakteri dengan kandungan senyawa-senyawa yang terkandung dalam tanaman.¹⁶

Homogenitas yang lebih tinggi dapat membuat bakteri dengan kandungan senyawa-senyawa yang bersifat sebagai antibakteri

semakin bersinggungan.¹⁶ Hal tersebut mendorong kandungan senyawa-senyawa dalam ekstrak dapat menjalankan aktivitas antibakteri dengan baik terhadap bakteri *E. coli* yang diujikan. Metode dilusi yang digunakan ini menggunakan *Mueller Hinton broth* (MHB) sebagai media untuk mendukung pertumbuhan bakteri agar dapat menilai apakah *E. coli* dapat terhambat dan terbunuh karena perlakuan pemberian ekstrak daun sirih hijau. *Mueller Hinton broth* (MHB) merupakan media yang cocok untuk melakukan uji antibakteri pada *E. coli*.¹⁷ Setelah itu, penelitian ini dilanjutkan dengan penanaman ke agar untuk mengetahui konsentrasi bunuh minimum (KBM).¹⁶ Proses ini merupakan lanjutan dari penelitian konsentrasi hambat minimum dan menggunakan *nutrient agar* (NA) sebagai media. Penggunaan *nutrient agar* (NA) digunakan sebagai media karena cocok untuk *E. coli*.¹⁸

Tanaman daun sirih hijau memiliki kemampuan sebagai antibakteri karena kandungan senyawa tanaman yang memiliki efek dan aktivitas masing-masing sebagai antibakteri terhadap bakteri.^{19,20} Kandungan senyawa yang dimiliki oleh tanaman ini yaitu minyak atsiri, fenol, kavikol, alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid.^{19,20} Kandungan senyawa ini memiliki perannya masing-masing dalam menghasilkan aktivitas antibakteri dengan bersinggungan dengan lapisan-lapisan bakteri.^{19,20}

Minyak atsiri dapat menggagalkan proses terbentuknya membran sel dan menghambat pembentukan protein dan asam nukleat.¹⁹ Selain itu, fenol memiliki peran yaitu dapat menghambat kerja enzim bakteri dan menghentikan aktivitas protein, hal tersebut dapat mematikan aktivitas metabolisme dan merusak dinding sel.¹⁹ Kavikol memiliki peran yang sama seperti fenol, dengan kemampuan 5 kali lebih kuat.¹⁹ Alkaloid dapat memicu kematian bakteri karena menyebabkan dinding sel menjadi kaku akibat mengganggu proses terbentuknya peptidoglikan.¹⁹ Flavonoid mengganggu motilitas bakteri dan gugus alkohol yang terkandung memicu lisis akibat bereaksi dengan inti sel, selain itu flavonoid juga mengganggu dinding sel bakteri. Saponin memiliki aktivitas antibakteri dengan merusak permeabilitas membran dan memicu tegangan permukaan sel melemah, sehingga memicu kebocoran komponen bakteri.^{19,20} Tanin dapat

merusak membran sel bakteri.¹⁹ Tanaman ini juga mengandung steroid dengan perannya mempengaruhi membran lipid yang memicu liposom menjadi bocor dan mengganggu struktur bakteri hingga terjadinya lisis.¹⁹

Proses ekstraksi yang baik juga merupakan kunci penting karena penelitian ini menggunakan daun sirih hijau yang diolah menjadi ekstrak, hal ini penting karena proses ekstraksi mengeluarkan kandungan senyawa-senyawa yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri tersebut. Maka, penting agar kandungan senyawa-senyawa tersebut dapat berkontak dengan bakteri agar dapat diketahui reaksi aktivitas antibakteri dapat dihasilkan atau tidak. Proses ekstraksi yang baik dapat ditunjukkan dengan nilai rendemen yang dihasilkan lebih dari 10%.²¹ Dalam penelitian ini, didapatkan nilai rendemen ekstrak yaitu sebesar 12,32%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak yang digunakan sudah baik.²¹

Penelitian yang dilakukan ini dan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman daun sirih hijau memiliki efektivitas untuk menghambat dan membunuh bakteri *E. coli*.¹¹⁻¹⁵ Tanaman yang banyak dikenal oleh masyarakat dalam berbagai penggunaan diharapkan dapat semakin dimaksimalkan dalam penggunaannya.^{10,11} Tanaman daun sirih hijau ini dapat semakin didorong penggunaannya dalam pencegahan infeksi yang ditimbulkan oleh bakteri *E. coli*. Hal ini bukan untuk menggantikan pengobatan medis, tetapi pemanfaatan sebagai cara untuk mengurangi risiko infeksi.

Simpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau efektif sebagai antibakteri terhadap *E. coli*. Efektivitas ekstrak pada uji konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum ada pada persentase 2%.

Daftar Pustaka

1. Mueller M, Rausch-Phung EA, Tainter CR. *Escherichia coli* Infection. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026.
2. Gomes TAT, Elias WP, Scaletsky ICA, Guth BEC, Rodrigues JF, Piazza RMF, et al. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Braz J Microbiol. 2016;47 Suppl 1(Suppl 1):3–30.

3. World Health Organization. Diarrhoeal disease. 2024. Disitasi pada tanggal 30 Juni 2026. Diunduh dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
4. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia 2024. 2025. Disitasi pada tanggal 30 Juni 2026. Diunduh dari: <https://kemkes.go.id/id/profil-kesehatanindonesia-2024>
5. Saldanha APP, Ismawatie E. Prevalensi *Escherichia coli* pada penderita infeksi saluran kemih di RS Guido Valadares tahun 2021–2022. *Plenary Health: Jurnal Kesehatan Paripurna*. 2024;1(3):400–5.
6. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/762/2025 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Klinis Tata Laksana Infeksi Saluran Kemih. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Diunduh dari: jdih.kemkes.go.id
7. Kuznetsova MV, Nesterova LY, Mihailovskaya VS, Selivanova PA, Kochergina DA, Karipova MO, *et al*. Nosocomial *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Staphylococcus aureus*: Sensitivity to chlorhexidine-based biocides and prevalence of efflux pump genes. *Int J Mol Sci*. 2025;26(1):355.
8. Rois U, Widiastuti S, Suralaga C. Hubungan pengetahuan, motivasi dan beban kerja dengan perilaku cuci tangan perawat sebagai upaya pencegahan Healthcare Associated Infections di RS Marinir Cilandak. *Manuju: Malahayati Nursing Journal*. 2023;5(9):3031–45.
9. Hulu LC, Fau A, Sarumaha M. Pemanfaatan daun sirih hijau (*Piper betle* L) sebagai obat tradisional di Kecamatan Lahusa. *Tunas: Jurnal Pendidikan Biologi*. 2022;3(1).
10. Widiyastuti Y, Rahmawati N, Mujahid R. Budidaya dan manfaat sirih untuk kesehatan. Widowati L, Agus TP, editors. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB); 2020. 1–136 p.
11. Ronaldo L, Putri NEK, Narsa AC. Kajian literatur: Aktivitas anti-inflamasi, antibakteri, dan antioksidan dari tanaman genus *Piper* spesies sirih merah (*Piper crocatum*), dan sirih hijau (*Piper betle* L.). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia (JMPI)*. 2024;10(1):61–7.
12. Zulkifri, Nasution PR, Dianti C. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* Linn.) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Sains Medisina*. 2023 Jun 16;1(5):298–302.
13. Pinatik NJ, Joseph WBS, Akili RH. Efektivitas daun sirih hijau (*Piper betle* Linn.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *E-Journal UNSRAT*. 2017;6(4):1–9.
14. Hasibuan AA, Nasution MY. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Biology Education Science & Technology*. 2025;8(2):652–8.
15. Yuliatiningsih LT, Yanti EF, Rosida. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol dan n-heksana daun sirih hijau (*Piper betle* L) pada bakteri *Escherichia Coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi Akademi Farmasi*. 2023;6(2):16–24.
16. Munira, Nasir M. Uji kadar hambat minimum dan kadar bunuh minimum ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dari geothermal Ie Seum Aceh Besar terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*. 2023;4(2):179–85.
17. Marlina N, Kurniati I, Patria C, Dermawan A, Mulia YS. Uji kepekaan antibiotika *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada media tahu pengganti Mueller Hinton agar. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*. 2022;14(2):319–24.
18. Pasaribu DMR, Suryaputra KF, Dharmawan A. Efektivitas daya hambat disinfektan klorin terhadap bakteri *Escherichia coli* penghasil extended spectrum beta lactamase. *Jurnal Kedokteran Meditek*. 2021;27(3):217–22.
19. Fitriana NF, Mukhlisah NRI. Review: Aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*. 2024;13(1):32–46.
20. Sadiyah HH, Cahyadi AI, Windria S. Kajian daun sirih hijau (*Piper betle* L) sebagai

- antibakteri. Jurnal Sain Veteriner. 2022;40(2):128.
21. Panjaitan RS, Meze MF. Variations of extraction methods, phytochemical screening, and toxicity test of methanol *Eucheuma cottonii* extract. Indonesian Journal of Pharmaceutical Research. 2023 Dec 30;3(2):8–19.