



Uji Pengaruh Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia Coli* di Desa Lamreung

Rizky Farlian^{*1}, Aditya Candra², Abdul Wahab³

^{1,2,3} Fakultas Kedokteran, Universitas Abulyatama, Aceh, Indonesia

*Corresponding author

E-mail addresses: rizkyfarlian07@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received May 16, 2026

Revised June 15, 2026

Accepted June 29, 2026

Available online June 29, 2026

Kata Kunci:

Daun sirih hijau, *Piper betle* L., *Escherichia coli*, antibakteri, ekstrak etanol.

Keywords:

green betel leaf, *Piper betle* L., *Escherichia coli*, antibacterial, ethanolic extract.



This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.
Copyright © 2026 by Author. Published by Yayasan Sagita Akademia Maju.

ABSTRAK

Penyakit infeksi bakteri masih menjadi masalah kesehatan yang signifikan, salah satunya infeksi *Escherichia coli* yang sering menyebabkan gangguan saluran pencernaan. Meningkatnya resistensi antibiotik mendorong pencarian alternatif antibakteri dari bahan alam. Daun sirih hijau (*Piper betle* L.) diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirih hijau terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium menggunakan metode difusi cakram. Ekstrak etanol daun sirih hijau diperoleh melalui maserasi menggunakan etanol 96% dengan konsentrasi 12,5%, 25%, 50%, dan 75%. Uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder, sedangkan aktivitas antibakteri dinilai berdasarkan diameter zona hambat pada media Mueller Hinton Agar. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA dan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau mengandung flavonoid, saponin, dan tanin. Seluruh konsentrasi ekstrak mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, dengan daya hambat meningkat seiring peningkatan konsentrasi. Zona hambat terbesar

diperoleh pada konsentrasi 75% dengan rata-rata diameter 26,25 mm dan termasuk kategori kuat. Analisis statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$). Dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, dengan efektivitas terbaik pada konsentrasi 75%, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai antibakteri alami.

ABSTRACT

Bacterial infectious diseases remain a significant health problem, one of which is infection caused by *Escherichia coli*, commonly associated with gastrointestinal disorders. The increasing prevalence of antibiotic resistance has encouraged the search for alternative antibacterial agents derived from natural sources. Green betel leaf (*Piper betle* L.) is known to contain bioactive compounds with potential antibacterial properties. This study aimed to identify secondary metabolite compounds and to evaluate the antibacterial activity of the ethanolic extract of green betel leaf against the growth of *Escherichia coli*. This research was an experimental laboratory study using the disc diffusion method. The ethanolic extract of green betel leaf was obtained through maceration using 96% ethanol at concentrations of 12.5%, 25%, 50%, and 75%. Phytochemical screening was conducted to identify secondary metabolite compounds, while antibacterial activity was assessed based on the diameter of inhibition zones formed on Mueller Hinton Agar. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's post hoc test. The results showed that the ethanolic extract of green betel leaf contained flavonoids, saponins, and tannins. All extract concentrations were able to inhibit the growth of *Escherichia coli*, with inhibitory activity increasing in line with higher concentrations. The largest inhibition zone was observed at a concentration of

75%, with a mean diameter of 26.25 mm, categorized as strong inhibitory activity. Statistical analysis revealed significant differences among treatment groups ($p < 0.05$). In conclusion, the ethanolic extract of green betel leaf (*Piper betle* L.) exhibits antibacterial activity against *Escherichia coli*, with the most effective concentration at 75%, indicating its potential development as a natural antibacterial agent.

1. PENDAHULUAN

Penyakit infeksi masih menjadi permasalahan kesehatan global dengan mekanisme penularan yang dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung, serta disebabkan oleh berbagai patogen seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit. Salah satu bakteri yang sering menginfeksi saluran pencernaan manusia adalah *Escherichia coli*, yang dapat menyebabkan gangguan seperti diare dan gastroenteritis. Seiring meningkatnya resistensi antibiotik dan minat masyarakat terhadap pengobatan alami, penggunaan tanaman obat tradisional menjadi alternatif yang banyak dikaji. Daun sirih (*Piper betle* L.), yang secara turun-temurun digunakan masyarakat Indonesia untuk mengatasi gangguan pencernaan, diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan minyak atsiri yang memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan fitokimia serta efektivitas daya hambat antibakteri ekstrak etanol daun sirih terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*, termasuk penentuan nilai konsentrasi hambat minimum (KHM). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sumber antibakteri alami berbasis bahan alam sebagai alternatif pengobatan yang aman, efektif, dan ekonomis. (Maulina et al., 2021).

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan menguji efektivitas ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Penelitian menggunakan metode difusi cakram dengan variasi konsentrasi ekstrak 12,5%, 25%, 50%, dan 75% yang masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan. Sampel daun sirih diperoleh dari Desa Lamreung, Kecamatan Darul Imarah, Kabupaten Aceh Besar, sedangkan bakteri *Escherichia coli* berasal dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Syiah Kuala. Variabel bebas berupa konsentrasi ekstrak daun sirih, sedangkan variabel terikat adalah pertumbuhan bakteri yang diukur berdasarkan diameter zona hambat pada media Mueller Hinton Agar. Daun sirih terlebih dahulu dideterminasi untuk memastikan identitas tanaman, kemudian dikeringkan, diserbukkan, dan diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan etanol 96% selama tiga hari. Ekstrak cair diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental, kemudian diencerkan bertingkat untuk memperoleh konsentrasi uji. Identifikasi senyawa aktif dilakukan melalui uji fitokimia kualitatif terhadap flavonoid, saponin, dan tanin. Uji antibakteri dilakukan dengan meletakkan cakram berisi ekstrak pada media MHA yang telah diinokulasi suspensi bakteri *Escherichia coli* berkepadatan 10^6 sel/mL dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong, kemudian data dianalisis melalui uji normalitas, homogenitas, uji ANOVA, dan uji lanjut Duncan

untuk mengetahui perbedaan daya hambat antar konsentrasi ekstrak (Hermawan A, 2019;Candra et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini meliputi identifikasi daun sirih hijau (*Piper betle* L.), pembuatan ekstrak, uji fitokimia, serta pengujian aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirih hijau terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Hasil Identifikasi Daun Sirih Hijau

Identifikasi atau determinasi tanaman bertujuan untuk memastikan kebenaran identitas sampel yang digunakan dalam penelitian, sehingga dapat menghindari kesalahan dalam pengumpulan dan analisis data. Daun sirih hijau yang digunakan dalam penelitian ini dideterminasi di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala, Program Studi Biologi. Berdasarkan hasil determinasi yang telah dilakukan, diperoleh kepastian bahwa sampel tanaman yang digunakan adalah benar spesies *Piper betle* L. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan penelitian telah sesuai dengan tujuan penelitian dan layak digunakan untuk tahap pengujian selanjutnya.(Sadiah, Cahyadi, Windria, et al., 2022)

Hasil Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hijau

Simplisia daun sirih hijau yang telah dibuat kemudian diekstraksi menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode maserasi. Metode ini dipilih karena tidak melibatkan pemanasan, sehingga diharapkan dapat mempertahankan kestabilan senyawa metabolit sekunder yang bersifat termolabil. Etanol digunakan sebagai pelarut karena memiliki kemampuan melarutkan senyawa polar maupun nonpolar, yang disebabkan oleh adanya gugus hidroksil dan gugus metil dalam struktur kimianya.(Hayyudiah et al., 2024)

Sebanyak 500 gram serbuk daun sirih hijau dimasukkan ke dalam wadah maserasi dan direndam dengan 750 mL etanol 96% selama tiga hari, disertai pengadukan selama 10 menit setiap hari untuk meningkatkan proses difusi senyawa aktif ke dalam pelarut. Setelah proses maserasi selesai, larutan disaring untuk memperoleh ekstrak cair, kemudian diuapkan menggunakan vacuum rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental inilah yang selanjutnya digunakan dalam uji fitokimia dan uji aktivitas antibakteri.

Hasil Uji Senyawa Metabolik Sekunder Daun Sirih Hijau

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolik sekunder yang terdapat dalam ekstrak etanol daun sirih hijau. Senyawa yang diuji meliputi flavonoid, saponin, dan tanin. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hijau positif mengandung flavonoid, saponin, dan tanin. Uji flavonoid ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning kecoklatan, uji saponin menunjukkan terbentuknya busa yang stabil, sedangkan uji tanin ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau kehitaman setelah penambahan FeCl_3 .

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa daun sirih hijau mengandung flavonoid, saponin, dan tanin, yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut diduga berperan penting dalam mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih Hijau

Hasil pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, dengan tingkat daya hambat yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Pada konsentrasi 12,5%, ekstrak menunjukkan daya hambat sedang dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 12,59 mm. Pada konsentrasi 25% dan 50%, rata-rata zona hambat meningkat masing-masing menjadi 18,07 mm dan 18,98 mm, yang masih termasuk dalam kategori daya hambat sedang. Peningkatan daya hambat yang paling signifikan terlihat pada konsentrasi 75%, dengan rata-rata zona hambat sebesar 26,25 mm yang dikategorikan sebagai daya hambat kuat. (Geofani, 2022)

Kontrol positif menunjukkan rata-rata diameter zona hambat terbesar, yaitu 52,15 mm, yang menandakan aktivitas antibakteri yang sangat kuat, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan pembentukan zona hambat sama sekali. Hasil ini mengindikasikan bahwa ekstrak daun sirih hijau memiliki aktivitas antibakteri yang nyata terhadap *Escherichia coli*, meskipun efektivitasnya masih berada di bawah kontrol positif. (Owu et al., 2020)

Analisis statistik menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai Fhitung sebesar 34196,121 yang lebih besar dibandingkan nilai Ftabel sebesar 3,11. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan, sehingga hipotesis alternatif diterima dan hipotesis nol ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Uji lanjutan menggunakan metode Post Hoc Duncan menunjukkan adanya perbedaan tingkat efektivitas daya hambat antar kelompok perlakuan. Kontrol negatif memiliki daya hambat paling rendah dan tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Konsentrasi 12,5% menunjukkan daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif, namun lebih rendah dibandingkan konsentrasi lainnya. Konsentrasi 25% dan 50% menunjukkan daya hambat yang relatif berdekatan, tetapi secara statistik berbeda signifikan. Konsentrasi 75% menunjukkan daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan seluruh kelompok ekstrak lainnya. Sementara itu, kontrol positif memiliki daya hambat paling besar dan berbeda signifikan dari semua kelompok perlakuan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami terhadap *Escherichia coli*, dengan konsentrasi 75% sebagai konsentrasi paling efektif di antara seluruh perlakuan ekstrak yang diuji.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) memiliki kandungan senyawa metabolik sekunder serta aktivitas antibakteri yang nyata terhadap bakteri *Escherichia coli*. Pembahasan ini mengkaji hasil uji

fitokimia, aktivitas antibakteri, pengaruh konsentrasi ekstrak, perbandingan dengan penelitian sebelumnya, mekanisme kerja senyawa aktif, implikasi penelitian, serta keterbatasan penelitian.

Uji Fitokimia

Berdasarkan hasil uji fitokimia ekstrak etanol daun sirih hijau terbukti mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, saponin, dan tanin. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Candra et al. dan Santi et al). yang juga melaporkan keberadaan ketiga senyawa tersebut dalam ekstrak daun sirih hijau. Kehadiran metabolit sekunder ini menjadi dasar ilmiah yang mendukung aktivitas antibakteri daun sirih, mengingat flavonoid, saponin, dan tanin telah banyak dilaporkan memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri, khususnya bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*.

Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih hijau mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan efektivitas yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak. Pada konsentrasi 12,5%, ekstrak menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 12,59 mm yang dikategorikan sebagai daya hambat sedang. Peningkatan konsentrasi menjadi 25% dan 50% menyebabkan peningkatan zona hambat masing-masing menjadi 18,07 mm dan 18,98 mm, yang masih berada dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah hingga menengah, ekstrak daun sirih sudah mulai memberikan efek antibakteri yang cukup efektif.

Tabel 3.1 Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak daun Sirih hijau terhadap bakteri *Escherichia coli*

Konsentrasi Ekstrak	Ulg I	Ulg II	Ulg III	Rata-rata (mm)	Kekuatan Daya Hambat
12.5%	12.4	12.6	12.8	12.59	Sedang
25%	18.0	18.2	18.0	18.07	Sedang
50%	18.7	19.1	19.2	18.98	Sedang
75%	26.1	26.4	26.3	26.25	Kuat
K ⁺ (Positif)	52.1	52.2	52.1	52.15	Kuat
K ⁻ (Negatif)	0.0	0.0	0.0	0.00	Tidak ada aktivitas

Efek antibakteri yang lebih kuat terlihat pada konsentrasi 75%, dengan rata-rata zona hambat sebesar 26,25 mm yang termasuk dalam kategori daya hambat kuat. Hasil ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dan kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri. Kontrol positif menunjukkan zona hambat terbesar, yaitu 52,15 mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Perbedaan ini menegaskan bahwa daya hambat

yang dihasilkan pada kelompok perlakuan benar-benar berasal dari senyawa aktif dalam ekstrak daun sirih hijau. (Candra et al., 2023)

Analisis Efektivitas Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak

Peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun sirih hijau berbanding lurus dengan peningkatan diameter zona hambat terhadap *Escherichia coli*. Konsentrasi 12,5% menunjukkan zona hambat dalam kategori sedang, yang meningkat secara bertahap pada konsentrasi 25% dan 50%. Efektivitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi 75%, yang menunjukkan daya hambat kuat. Temuan ini memperkuat asumsi bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin besar pula jumlah senyawa bioaktif yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Namun demikian, jika dibandingkan dengan kontrol positif berupa ciprofloxacin, efektivitas ekstrak daun sirih masih lebih rendah. Hal ini dapat dipahami mengingat antibiotik sintetis memiliki mekanisme kerja yang lebih spesifik dan terstandar, sedangkan ekstrak tanaman merupakan campuran kompleks dari berbagai senyawa aktif dengan kadar yang bervariasi.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Sadiah et al. dan Hamzah et al. yang menyatakan bahwa ekstrak daun sirih hijau memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Penelitian Sadiah et al. melaporkan bahwa flavonoid dan tanin berperan dalam merusak dinding sel bakteri gram negatif, sedangkan Hamzah et al. menjelaskan bahwa saponin bekerja dengan meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri. Penelitian oleh Hermawan juga mendukung hasil ini, dengan menunjukkan adanya zona hambat signifikan terhadap *E. coli* melalui metode difusi cakram. (Sadiah, Cahyadi, & Windria, 2022)

Perbedaan nilai zona hambat yang diperoleh dalam penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan lokasi geografis bahan tanaman, metode ekstraksi, jenis pelarut, serta konsentrasi ekstrak yang digunakan. Faktor-faktor tersebut diketahui dapat memengaruhi kandungan dan aktivitas senyawa bioaktif dalam ekstrak tanaman.

Mekanisme Senyawa Aktif terhadap *Escherichia coli*

Aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih hijau diduga berasal dari kerja sinergis senyawa flavonoid, tanin, dan saponin. Flavonoid berperan dalam menghambat aktivitas enzim bakteri, mengganggu sintesis protein, serta merusak integritas membran sel. Salah satu flavonoid utama, quercetin, diketahui mampu merusak struktur dinding sel bakteri gram negatif dan menyebabkan lisis sel.

Tanin bekerja dengan membentuk kompleks dengan protein dinding sel dan enzim bakteri, yang mengakibatkan denaturasi protein dan terhentinya aktivitas metabolisme bakteri. Sementara itu, saponin berinteraksi dengan sterol membran sel, meningkatkan permeabilitas membran dan menyebabkan kebocoran isi sel hingga berujung pada kematian bakteri. Kombinasi mekanisme kerja ketiga senyawa ini memberikan efek antibakteri yang lebih optimal, terutama pada konsentrasi ekstrak yang tinggi.

Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan antibakteri alami, khususnya di tengah meningkatnya kasus resistensi antibiotik. Ekstrak daun sirih berpotensi dimanfaatkan dalam formulasi produk kesehatan seperti antiseptik herbal, obat kumur, maupun pengobatan diare ringan yang disebabkan oleh infeksi *Escherichia coli*. Selain itu, bentuk ekstrak kental memungkinkan stabilitas penyimpanan yang lebih baik dan peluang pemanfaatan jangka panjang.

Keterbatasan Penelitian

Meskipun memberikan hasil yang menjanjikan, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian ini belum melakukan uji Kadar Bunuh Minimum (KBM), sehingga belum dapat memastikan efek bakterisidal dari ekstrak daun sirih hijau. Selain itu, pengujian hanya dilakukan terhadap satu jenis bakteri, yaitu *Escherichia coli*, sehingga spektrum aktivitas antibakterinya belum dapat digeneralisasi. Penelitian ini juga terbatas pada uji *in vitro*, sehingga efektivitas dan keamanan penggunaan ekstrak daun sirih hijau secara *in vivo* masih memerlukan penelitian lanjutan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirih hijau (*Piper betle* L.) mengandung senyawa bioaktif berupa flavonoid, saponin, dan tanin sebagai metabolit sekunder utama. Keberadaan senyawa flavonoid, saponin, dan tanin dalam ekstrak daun sirih hijau didukung oleh penelitian sebelumnya, seperti Candra et al. dan Santi et al., yang menyatakan bahwa senyawa-senyawa tersebut berperan dalam aktivitas antibakteri. Ekstrak etanol daun sirih hijau terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada seluruh konsentrasi perlakuan. Aktivitas antibakteri ini diduga berasal dari kerja senyawa bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih hijau meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% menunjukkan daya hambat sedang dengan rata-rata zona hambat masing-masing sebesar 12,59 mm, 18,07 mm, dan 18,98 mm, sedangkan konsentrasi 75% menunjukkan daya hambat kuat dengan rata-rata zona hambat sebesar 26,25 mm. Meskipun efektivitas ekstrak masih berada di bawah kontrol positif (ciprofloxacin), ekstrak daun sirih hijau berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri alami terhadap *Escherichia coli*.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat menguji ekstrak daun sirih hijau terhadap berbagai jenis bakteri lain, baik bakteri Gram positif maupun Gram negatif, untuk mengetahui spektrum aktivitas antibakterinya secara lebih luas. Selain itu, penggunaan metode pengujian lain

seperti metode dilusi dianjurkan untuk menentukan nilai Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM).

Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengkaji aspek toksisitas, keamanan, serta standarisasi dosis agar pemanfaatan ekstrak daun sirih hijau dapat dilakukan secara aman dan efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan produk herbal, seperti antiseptik, obat diare ringan, atau sediaan antibakteri lainnya. Bagi masyarakat, ekstrak daun sirih hijau dapat digunakan sebagai alternatif pengobatan tradisional secara bijak dan tidak menggantikan terapi medis utama.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Candra, A., Santi, T., Maidayani, Andriaty, & Nora, S. (2023). Profil senyawa daun kelor (*moringa oleifera*) dari gc-ms sebagai kandidat ergogenik antifatigue. *J Edible Medicinal And Non Medicinal Plants*, 453–485. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2534-8_61
- Geofani, C. (2022). efektivitas daya hambat antibakteri tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap *S.aureus* dan *E.coli*. *Borobudur Pharmacy Review, Univ Muhammmadiayah Magelang*, 2(2), 36–49. <https://doi.org/10.31603/bphr.v2i2.6699>
- Hayyudiah, R., Nurdin, D., & Syamsu, R. (2024). Manfaat dan Bioaktivitas Daun Sirih (*Piper Betle* L.) Sebagai Antibakteri. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran, Univ Muslim Indonesia*, 4(3), 248–258. <https://doi.org/10.33096/fmj.v4i3.387>
- Hermawan A. (2019). Pengaruh ekstrak daun sirih (*piper betle* l.) terhadap pertumbuhan *staphylococcus aureus* dan *escherichia coli* dengan metode difusi disk. *Jurnal Universitas Airlangga, Univ Airlangga*, 4(2), 167–180.
- Maulina, A., Irawati, N., & Anggraini, F. (2021). Analysis qualitative of bioactive compounds of *chromolaena odorata* leaves from aceh besar district. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 7(3), 156–161.
- Owu, N., Fatimawali, & Jayanti, M. (2020). Uji Efektivitas Penghambatan Dari Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle* L.) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Jurnal Biomedik, Univ Sam Ratulangi Manado*, 12(3), 145. <https://doi.org/10.35790/jbm.12.3.2020.29185>
- Sadiah, H. H., Cahyadi, A. I., & Windria, S. (2022). Kajian Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) Sebagai Antibakteri. *Jurnal Sain Veteriner*, 40(2), 128. <https://doi.org/10.22146/jsv.58745>
- Sadiah, H. H., Cahyadi, A. I., Windria, S., Program, M., Kedokteran, S., Mikrobiologi, D., Ilmu, D., Dasar, K., Kedokteran, F., Padjadjaran, U., & Barat, J. (2022). Kajian Potensi Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) sebagai Antibakteri A Review of Green Betel Leaf (*Piper betle* L) Potency as Antibacterial. *Jurnal Sain Veteriner, Fak Ked, Univ Padjadjaran*, 40(2), 128–138. <https://jurnal.ugm.ac.id/jsv>