FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI *Amararo Wamadeber* (*Nekemias* sp.) TUMBUHAN OBAT LUKA TRADISIONAL MASYARAKAT BIAK

Kaleb Soni Awendu[1], Evelina Somar[1*], Sabir Sumarna[1]

[1]Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Papua, Jl.Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314

Email korespondensi: e.somar@unipa.ac.id

Submitted: 28 – 06 – 2026
Revised: 11 – 11 -2026
Accepted: 23 - 11 – 2026

ABSTRACT: The Biak Papuan community traditionally uses *amararo wamadeber (Nekemias* sp.*)* to treat wounds; however, scientific evidence supporting its medicinal properties remains limited. The present study investigated the occurrence of secondary metabolites in *Nekemias sp.* leaves through phytochemical screening, characterize their functional groups using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, and evaluate their antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis.* Maceration was employed to obtain extracts from the leaf samples using methanol, ethyl acetate, and n-hexane. The extracts were analyzed through phytochemical screening and FTIR analysis, followed by evaluation of their antibacterial activity using the disc diffusion method. A 10% Chloramphenicol and 10% DMSO were used as the positive and negative controls, respectively. Phytochemical analysis revealed that the methanol extract contained alkaloids, tannins, flavonoids, and saponins; the ethyl acetate extract contained flavonoids, tannins, steroids, and triterpenoids; whereas the n-hexane extract contained steroids and triterpenoids. FTIR spectra indicated the presence of O–H, N–H, C=O, aliphatic C–H, N-C, aromatic C=C, and C–O functional groups, supporting the phytochemical findings. Antibacterial testing demonstrated that the methanol extract exhibited moderate inhibitory activity against *E. coli*, while the ethyl acetate and n-hexane extracts showed weak inhibitory activity. None of the extracts displayed antibacterial activity against *B. subtilis*. The highest antibacterial effectiveness was observed in the methanol extract, at 22,15% relative to the positive control, indicating low antibacterial activity. These findings support the traditional use of *Nekemias* sp. and indicate that its antibacterial activity is associated with methanol-extractable polar compounds.

Keywords: *Wound healing, traditional medicine, antibacterial activity, phytochemical screening, FTIR spectroscopy*

PENDAHULUAN

Luka terjadi ketika jaringan tubuh mengalami kerusakan yang dapat dipicu oleh berbagai faktor, seperti trauma fisik, kimiawi, dan biologis (Sulakhiya *et al*., 2024). Perbaikan jaringan setelah terjadi luka berlangsung secara bertahap melalui fase hemostasis, inflamasi,

proliferasi, hingga remodeling jaringan, serta dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti infeksi mikroba, respons inflamasi, dan stres oksidatif (Alzubaidy *et al*., 2025). Kehadiran bakteri patogen pada area luka dapat memperpanjang fase inflamasi, menghambat regenerasi jaringan, dan meningkatkan risiko terbentuknya luka kronis (Cedillo-cortezano *et al*., 2024).

Antibiotik masih menjadi terapi utama untuk mengendalikan infeksi luka. Namun, meningkatnya resistensi antimikroba (antimicrobial resistance, AMR) akibat penggunaan antibiotik yang tidak rasional menjadi tantangan global dalam penanganan penyakit infeksi. Laporan terbaru menunjukkan bahwa kematian akibat AMR terus meningkat dan diproyeksikan mencapai sekitar 1,91 juta kasus per tahun pada tahun 2050 (Naghavi *et al.*, 2024). Kondisi tersebut mendorong pengembangan sumber antimikroba baru yang lebih aman dan berkelanjutan, termasuk yang berasal dari tumbuhan obat.

Kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan obat meliputi berbagai golongan senyawa, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, serta terpenoid, dan diketahui memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antiinflamasi (Zandavar & Babazad, 2023). Berbeda dengan antibiotik sintetis yang umumnya bekerja pada satu target spesifik, ekstrak tumbuhan mengandung berbagai senyawa bioaktif yang dapat bekerja secara sinergis melalui berbagai mekanisme sehingga berpotensi mendukung proses penyembuhan luka sekaligus mengurangi risiko perkembangan resistensi antimikroba (Breijyeh & Karaman, 2024; Cedillo-cortezano *et al*., 2024).

Papua merupakan salah satu wilayah dengan keanekaragaman hayati tertinggi di Indonesia dan memiliki kekayaan pengetahuan etnomedisin yang diwariskan secara turun-temurun (Cámara-Leret & Bascompte, 2021). Salah satu tumbuhan yang digunakan masyarakat Biak Utara sebagai obat luka adalah *amararo wamadeber* (*Nekemias* sp.). Daun segarnya dikunyah kemudian ditempelkan pada bagian tubuh yang terluka, dan secara empiris dipercaya mampu mempercepat pengeringan serta penyembuhan luka. Meskipun telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat lokal, hingga saat ini belum tersedia publikasi ilmiah yang mengkaji kandungan fitokimia maupun aktivitas biologis tumbuhan tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi golongan metabolit sekunder pada ekstrak *amararo wamadeber* (*Nekemias* sp.) melalui skrining fitokimia dan karakterisasi gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR, serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan tradisional *amararo wamadeber* sebagai obat luka serta menjadi informasi awal dalam pengembangan sumber daya hayati Papua yang berpotensi dimanfaatkan di bidang kesehatan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metanol (PA, 96%), etil asetat (PA, 98%), dan n-heksana, yang semuanya diperoleh dari Merck. Pereaksi Mayer, Dragendorff, dan Liebermann–Burchard disiapkan di

Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua (FMIPA UNIPA). Pereaksi Mayer dibuat menggunakan merkuri(II) klorida ($HgCl_2$) dan kalium iodida (KI) yang dilarutkan dalam akuades. Pereaksi Dragendorff disiapkan dari bismut(III) nitrat [$Bi(NO_3)_3$], kalium iodida (KI), dan asam asetat (CH_3COOH), sedangkan pereaksi Liebermann–Burchard dibuat menggunakan anhidrida asetat [$(CH_3CO)_2O$], asam sulfat pekat (H_2SO_4), dan asam asetat glasial. Bahan lainnya yaitu $FeCl_3$, HCl 37%, dan serbuk daun *amararo wamadeber*. Bahan kimia yang digunakan untuk preparasi pereaksi dan pengujian fitokimia juga diperoleh dari Merck dengan kualitas PA. Bahan lainnya untuk uji antibakteri: kloramfenikol 250 mg dari Bernofarm, dimetil sulfoksida (DMSO) dari Merck, bakteri *E. coli* dan *B. subtilis* yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi FMIPA Unipa, serta nutrient agar (NA) dan nutrient broth dari Merck.

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rotary evaporator Wiggens Strike 285, spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) Shimadzu IRSpirit-X yang dilengkapi aksesori QATR-S (ATR) nomor seri A230861, autoklaf dari Daihan Labtech, laminar air flow (LAF) dari ESCO, inkubator bakteri dari Memmert, dan jangka sorong Krisbow KW0600351 dengan resolusi 0,01 mm.

Identifikasi dan preparasi Sampel

Sampel daun tumbuhan *amararo wamadeber* diperoleh dari Kampung Wouna, Distrik Andey, Kabupaten Biak Numfor, Papua. Identifikasi dan determinasi tumbuhan dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua (FMIPA UNIPA), berdasarkan karakteristik morfologi tumbuhan dengan mengacu pada literatur taksonomi yang relevan. Hasil determinasi digunakan untuk memastikan identitas ilmiah tumbuhan yang menjadi objek penelitian. Selanjutnya, daun dibersihkan, dikeringanginkan hingga kering, kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk simplisia untuk proses ekstraksi.

Pembuatan ekstrak daun *amararo wamadeber*

Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol, etil asetat, dan n-heksana yang dilakukan selama 24 jam dan diulangi sebanyak tiga kali. Filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak pekat yang digunakan untuk uji fitokimia, FTIR, dan uji antibakteri.

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan terhadap alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid dan triterpenoid. Uji alkaloid menggunakan pereaksi Wagner dan Dragendorff. Uji flavonoid menggunakan HCl/Mg, uji tanin menggunakan $FeCl_3$, dan uji steroid dan triterpenoid menggunakan pereaksi Liebermann Burchard. (Harborne, 1998; Jamtsho *et al*., 2024).

Uji antibakteri

Aktivitas antibakteri diukur menggunakan metode difusi cakram dengan waktu pengamatan 24 jam, dengan menggunakan kloramfenikol 10% sebagai pembanding positif dan DMSO 10% sebagai pembanding negatif (Andini *et al*., 2022).

Efektivitas antibakteri ekstrak

ditentukan dengan membandingkan diameter hambat ekstrak terhadap diameter kontrol positif dan dinyatakan dalam % (Habibah *et al*., 2024) mengikuti persamaan berikut:

.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fitokimia

Hasil skrining menunjukkan bahwa ekstrak metanol mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin yang tergolong senyawa polar. Sementara itu, ekstrak etil asetat menunjukkan keberadaan flavonoid, steroid, tanin, dan triterpenoid yang memiliki karakter semipolar. Pada ekstrak n-heksana, hanya terdeteksi golongan steroid dan triterpenoid yang cenderung bersifat nonpolar. Rincian hasil skrining fitokimia pada masing-masing ekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Alkaloid tidak terdeteksi pada ekstrak n-heksana, namun hanya terdeteksi pada ekstrak etil asetat dan metanol. Hal ini mengindikasikan bahwa alkaloid yang terdapat pada daun *Nekemias* sp. kemungkinan besar merupakan alkaloid yang relatif polar. Flavonoid terdiri atas dua bentuk utama, yaitu flavonoid glikosida yang bersifat lebih polar dan flavonoid aglikon yang bersifat semipolar. Oleh karena itu, senyawa flavonoid dapat terekstraksi baik oleh metanol maupun etil asetat, sehingga kedua ekstrak menunjukkan hasil positif pada uji flavonoid (Tzanova *et al*., 2020). Sementara itu, meskipun tanin umumnya merupakan senyawa polar, beberapa jenis tanin, terutama tanin terkondensasi dengan bobot molekul relatif rendah, masih dapat larut dalam etil asetat. Hal ini menyebabkan senyawa tanin terdeteksi pada ekstrak metanol maupun etil asetat (Hoque *et al*., 2025).

Identifikasi gugus fungsi dalam ekstrak daun *amararo wamader (Nekemias* sp.) menggunakan FTIR

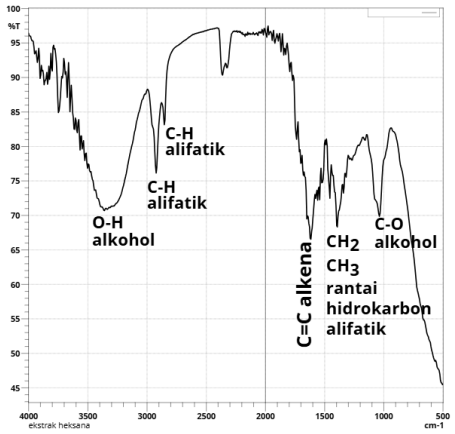
Tabel 1. Kandungan fitokimia ekstrak metanol, etil asetat dan n-heksana daun *amararo wamadeber (Nekemias* sp.*)*

Golongan Senyawa	Uji	Ekstrak Metanol	Ekstrak Etil Asetat	Ekstrak n-Heksana
Alkaloid	Mayer	+	−	−
	Dragendorff	+	−	
Flavonoid	Mg/HCl pekat	+	+	−
Saponin	Pengocokan + air	+	−	−
Tanin	$FeCl_3$1%	+	+	−
Steroid Triterpenoid	Liebermann-Burchard	−	+	+

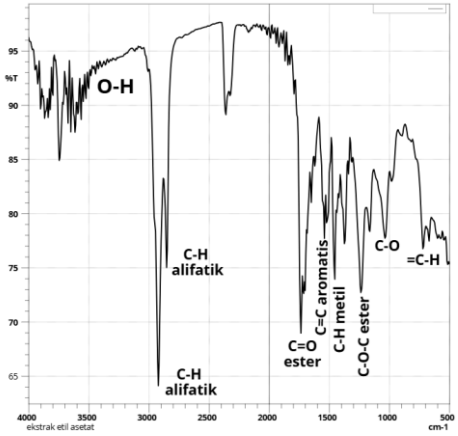
Spektra FTIR menunjukkan kesesuaian yang baik dengan hasil skrining fitokimia pada ketiga ekstrak *amararo wamadeber (Nekemias* sp.). Spektra FTIR ekstrak metanol, etil asetat dan n-heksana ditampilkan pada Gambar 2.

Pada ekstrak metanol, keberadaan pita serapan lebar pada daerah sekitar 3200–3500 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ulur gugus hidroksil (O–H), bersama dengan pita serapan C=C aromatik (sekitar 1600–1500 cm^{-1}) serta pita C–O pada daerah 1200–1000 cm^{-1}, dan pita 900–700 cm^{-1} mengindikasikan gugus =C– H dari aromatis tersubstitusi mendukung keberadaan senyawa fenolik seperti flavonoid dan tanin. Selain itu, munculnya pita C–N pada daerah sekitar 1250–1020 cm^{-1} dan serapan C–H alifatik pada sekitar 2920–2850 cm^{-1} mengindikasikan kemungkinan adanya alkaloid dan saponin. Hal tersebut sejalan dengan hasil uji fitokimia yang mengidentifikasi adanya alkaloid, saponin, flavonoid, dan tanin dalam ekstrak metanol.

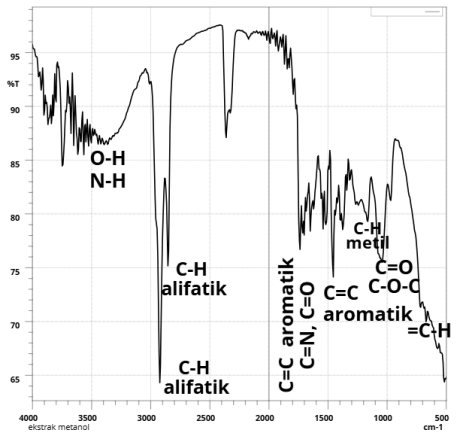
a



b



c



Gambar 1. Spektra FTIR ekstrak daun *amararo wamadeber* (*Nekemias* sp.) (a). Ekstrak n-heksana (b). Ekstrak etil asetat (c). Ekstrak metanol

Spektra FTIR menunjukkan kesesuaian yang baik dengan hasil skrining fitokimia pada ketiga ekstrak *amararo wamadeber (Nekemias* sp.). Pada ekstrak metanol, keberadaan pita serapan lebar pada daerah sekitar 3200–3500 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi ulur gugus hidroksil (O–H), bersama dengan pita serapan C=C aromatik (sekitar 1600–1500 cm^{-1}) serta pita C–O pada daerah 1200–1000 cm^{-1}, dan pita 900–700 cm^{-1} mengindikasikan gugus =C–H dari aromatis tersubstitusi mendukung keberadaan senyawa fenolik seperti flavonoid dan tanin. Selain itu, munculnya pita C–N pada daerah sekitar 1250–1020 cm^{-1} dan serapan C–H alifatik pada sekitar 2920–2850 cm^{-1}

mengindikasikan kemungkinan adanya alkaloid dan saponin. Hal tersebut sejalan dengan hasil uji fitokimia yang mengidentifikasi adanya alkaloid, saponin, flavonoid, dan tanin dalam ekstrak metanol.

Pada ekstrak etil asetat, spektra FTIR memperlihatkan pita O–H yang relatif lebih lemah dibandingkan dengan ekstrak metanol, namun masih disertai pita C=C aromatik dan C–O, serta =C–H yang menunjukkan keberadaan senyawa fenolik, sesuai dengan hasil uji fitokimia yang mendeteksi flavonoid dan tanin. Di samping itu, keberadaan pita regangan C–H alifatik pada sekitar 2920 dan 2850 cm^{-1}, serta pita karbonil (C=O) dan deformasi CH_2/CH_3 pada daerah 1460–1370 cm^{-1}, mendukung adanya senyawa steroid dan triterpenoid yang bersifat semipolar dan mudah terekstraksi oleh etil asetat.

Spektra FTIR ekstrak n-heksana didominasi oleh pita regangan C–H alifatik yang kuat pada sekitar 2920 dan 2850 cm^{-1}, pita deformasi CH_2 dan CH_3 pada sekitar 1460–1370 cm^{-1}, serta pita C–O dan getaran rantai hidrokarbon panjang pada daerah sidik jari. Dominasi gugus fungsi alifatik tersebut menunjukkan bahwa ekstrak n-heksana kaya akan senyawa lipofilik, yang sejalan dengan hasil skrining fitokimia yang hanya mendeteksi steroid dan triterpenoid. Tidak ditemukannya pita O–H yang kuat maupun karakteristik cincin aromatik yang dominan juga mendukung tidak terdeteksinya flavonoid, tanin, alkaloid, maupun saponin pada ekstrak ini.

Secara keseluruhan, hasil analisis FTIR mengonfirmasi hasil skrining fitokimia bahwa distribusi metabolit sekunder pada *amararo wamadeber* dipengaruhi oleh polaritas pelarut. Pelarut metanol lebih banyak mengekstraksi metabolit sekunder polar, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin; etil asetat mengekstraksi senyawa semipolar berupa steroid, triterpenoid, tanin, dan flavonoid; sedangkan n-heksana lebih selektif mengekstraksi senyawa nonpolar berupa steroid dan triterpenoid. Kesesuaian antara kedua metode ini memperkuat validitas identifikasi awal golongan senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun *amararo wamadeber*, meskipun identifikasi struktur molekul secara pasti tetap memerlukan analisis lanjutan menggunakan teknik seperti GC-MS, LC-MS/MS, atau NMR.

Aktivitas antibakteri ekstrak daun *amararo wamadeber* (*Nekemias* sp.)

Bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* yang mewakili bakteri Gram-negatif dan *Bacillus subtilis* yang mewakili bakteri Gram-positif.

Berdasarkan hasil pengujian antibakteri, ekstrak metanol daun *amararo wamadeber* menunjukkan aktivitas penghambatan tertinggi terhadap *Escherichia coli* dengan diameter zona hambat sebesar 5,30 mm, tergolong kategori sedang (5-10 mm), diikuti ekstrak etil asetat sebesar 4,29 mm**,** dan ekstrak n-heksana sebesar 3,59 mm**,** tergolong aktivitas lemah (<5 mm) (Luneta *et al*., 2025). Sebaliknya, terhadap *Bacillus subtilis*, seluruh ekstrak menunjukkan aktivitas yang sangat rendah dengan diameter zona hambat kurang dari 1 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam daun *amararo wamadeber* lebih efektif menghambat pertumbuhan *E. coli* dibandingkan *B. subtilis*.

Perbedaan respons kedua bakteri tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan karakteristik struktur sel dan mekanisme pertahanan masing-masing bakteri. *E. coli* merupakan bakteri Gram-negatif yang memiliki membran luar dengan

kandungan lipopolisakarida, sedangkan *B. subtilis* merupakan bakteri Gram-positif dengan lapisan peptidoglikan yang tebal tanpa membran luar. Meskipun membran luar pada bakteri Gram-negatif umumnya berperan sebagai penghalang masuknya senyawa antibakteri, interaksi senyawa bioaktif dengan membran tersebut dapat memengaruhi permeabilitas sel dan respons bakteri terhadap ekstrak (Maher & Hassan, 2023). Pola penghambatan yang lebih tinggi terhadap *E. coli* dibandingkan *B. subtilis* juga dilaporkan oleh (Siahaan *et al*., 2022) pada pengujian ekstrak metanol buah hitam (*Haplolobus monticola*) asal Kabupaten Teluk Wondama.

Perbedaan aktivitas antibakteri tersebut berkorelasi erat dengan hasil uji fitokimia. Uji fitokimia terhadap ekstrak metanol mendeteksi adanya flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin, sedangkan ekstrak etil asetat hanya menunjukkan keberadaan tanin dan flavonoid, sementara ekstrak n-heksana didominasi oleh steroid dan triterpenoid. Keberadaan berbagai golongan metabolit sekunder dalam ekstrak tumbuhan memungkinkan terjadinya interaksi antarsenyawa yang dapat menghasilkan efek antibakteri secara sinergis. Hal ini disebabkan oleh perbedaan mekanisme kerja masing-masing senyawa dalam menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga kombinasi beberapa senyawa berpotensi menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat dibandingkan aktivitas senyawa secara individual (Vaou *et al*., 2022).

Hasil uji aktivitas antibakteri masing-masing ekstrak terhadap bakteri *E. coli* dan *B. subtili* ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Diameter zona hambat eksrak daun *amararo wamader*

Perlakuan	Ø Zona Hambat (mm)			
	E coli	Ket.	*B.Subtilis*	Ket.
Kloramfenikol 10% (K+)	23,93	Kuat	10,51	Kuat
DMSO 10% (K−)	0,00	Tidak	0,00	-
Ekstrak Metanol	5,30	Sedang	0,28	-
Ekstrak Etil Asetat	4,29	Lemah	0,46	-
Ekstrak n-Heksana	3,59	Lemah	0,81	-

Ekstrak metanol daun *amararo wamadeber* dalam penelitian ini, mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri melalui beberapa mekanisme. Senyawa flavonoid dan tanin dapat memengaruhi integritas membran serta berinteraksi dengan protein dan proses metabolisme bakteri (Davidova *et al*., 2024). Sementara itu, saponin berpotensi mengganggu struktur dan permeabilitas membran sel bakteri, sedangkan alkaloid dapat bekerja melalui beberapa mekanisme, termasuk penghambatan sintesis protein, gangguan membran, dan modulasi sistem *efflux pump* (Li & Monje-Galvan, 2023; Zhai *et al*., 2023). Keberadaan berbagai golongan metabolit sekunder tersebut

memungkinkan ekstrak memiliki aktivitas antibakteri melalui lebih dari satu mekanisme penghambatan.

Aktivitas antibakteri ekstrak metanol yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak etil asetat dan n-heksana diduga berkaitan dengan perbedaan polaritas pelarut dan komposisi metabolit sekunder yang terekstraksi. Metanol sebagai pelarut polar memiliki kemampuan mengekstraksi berbagai senyawa polar, termasuk senyawa fenolik, flavonoid, tanin, dan alkaloid tertentu yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri. Keberadaan berbagai senyawa bioaktif tersebut dapat berkontribusi terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri melalui mekanisme kerja yang berbeda. Hasil serupa dilaporkan oleh (Nuraskin *et al*., 2020) pada ekstrak daun *Vitex pinnata*, yang menunjukkan bahwa ekstrak metanol memiliki aktivitas antibakteri lebih tinggi dibandingkan ekstrak etil asetat dan n-heksana terhadap *Streptococcus mutans*. Hasil penelitian Restianti *et al*. (2020) pada *Peperomia pellucida* juga menunjukkan bahwa ekstrak metanol memiliki aktivitas penghambatan yang lebih tinggi terhadap *Staphylococcus aureus* dibandingkan ekstrak etil asetat. Dengan demikian, perbedaan polaritas pelarut dan komposisi metabolit sekunder diduga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi aktivitas antibakteri ekstrak tumbuhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan polaritas pelarut ekstraksi menghasilkan variasi kandungan metabolit sekunder pada ekstrak tumbuhan *amararo wamadeber* (*Nekemias* sp.). Ekstrak metanol mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, dan saponin. Ekstrak etil asetat mengandung triterpenoid, steroid, tanin, dan flavonoid; sedangkan golongan senyawa yang terdeteksi pada ekstrak n-heksana meliputi steroid dan triterpenoid. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak metanol memiliki aktivitas dengan kategori sedang terhadap *Escherichia coli*, sedangkan ekstrak n-heksana dan etil asetat hanya memperlihatkan aktivitas dengan kategori lemah terhadap bakteri tersebut. Sebaliknya, seluruh ekstrak tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus subtilis*. Meskipun ekstrak daun *amararo wamadeber* mampu menghasilkan zona hambat terhadap *E. coli*, efektivitas antibakterinya masih tergolong rendah, dengan nilai efektivitas tertinggi hanya mencapai 22,15% dibandingkan dengan kontrol positif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *amararo wamadeber* berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif untuk penyembuhan luka. Namun, rendahnya efektivitas antibakteri mengindikasikan bahwa mekanisme penyembuhan luka yang dimiliki tumbuhan ini kemungkinan tidak bergantung pada aktivitas antibakteri, melainkan merupakan hasil sinergi berbagai senyawa bioaktif dengan mekanisme lain yang lebih dominan, seperti aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi. Dugaan tersebut masih memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui pengujian aktivitas biologis yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

Afshari Babazad, M., & Zandavar, H. (2023). Secondary Metabolites: Alkaloids and Flavonoids in Medicinal Plants. In E. Ivanišová (Ed.), *Herbs and Spices - New Advances*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.108030

Alzubaidy, G., Alharbi, S., Abdullah, T., & Memić, A. (2025). Role of Electrospun Scaffolds at Different Stages of Wound Healing: Advancements, Challenges, and Future Directions. *ACS Applied Polymer Materials*, *7*(21), 13991–14014. https://doi.org/10.1021/acsapm.5c01834

Andini, D., Mulangsri, K., Ningrum, R. A., & Imliyyah, N. (2022). Antibacterial Activity of N-hexane and Diethyl Ether Fractions of *Piper betle* L. leaves against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Bacteria. *Indonesian Journal of Chemical Science*, *11*(1). https://doi.org/https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/51850/20657

Breijyeh, Z., & Karaman, R. (2024). Antibacterial activity of medicinal plants and their role in wound healing. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, *10*(68), 1–45. https://doi.org/10.1186/s43094-024-00634-0

Cámara-Leret, R., & Bascompte, J. (2021). Language extinction triggers the loss of unique medicinal knowledge. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *118*(24). https://doi.org/10.1073/pnas.2103683118

Cedillo-cortezano, M., Martínez-Cuevas, L. R., Escutia-Pérez, S., & Petricevich, V. L. (2024). Use of Medicinal Plants in the Process of Wound Healing : A Literature Review. *Pharmaceuticals*, *17*(303), 2–27. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ph17030303

Davidova, S., Galabov, A. S., & Satchanska, G. (2024). Antibacterial, Antifungal, Antiviral Activity, and Mechanisms of Action of Plant Polyphenols. *Microorganisms*, *12*(12). https://doi.org/10.3390/microorganisms12122502

Habibah, N., Bekti, H., Dewi, N. N., Dharmawati, I. G. A., Krisna, L. A., & Mahastuti, S. A. (2024). The Development of *Spondias pinnata* (L.f) Kurz. Leaf Extract Toothpaste: Formulation, Physical Properties Evaluation, and its Antibacterial Efficacy Against *Streptococcus mutans* Bacteria. *Jurnal Info Kesehatan*, *22*(4), 803–816. https://doi.org/10.31965/infokes.Vol22.Iss4.1669

Harborne, J. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis* (Third edit). Chapman & Hall.

Hoque, M. B., Ayman, U., Sheikh, M. S., Hannan, M. A., Haque, P., Baria, B., Rahman, M. M., Jalil, M. A., & Das, D. (2025). An in-depth review on tannin sources, extraction methods, and industrial applications. *Discover Food*, *5*(1), 401. https://doi.org/10.1007/s44187-025-00689-9

Jamtsho, T., Yeshi, K., Perry, M. J., Loukas, A., & Wangchuk, P. (2024). Approaches, Strategies and Procedures for Identifying Anti-Inflammatory Drug Lead Molecules from Natural Products. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, *17*(3). https://doi.org/10.3390/ph17030283

Li, J., & Monje-Galvan, V. (2023). In

Vitro and In Silico Studies of Antimicrobial Saponins: A Review. In *Processes* (Vol. 11, Issue 10, p. 2856). https://doi.org/10.3390/pr11102856

Maher, C., & Hassan, K. A. (2023). The Gram-negative permeability barrier: tipping the balance of the in and the out. *MBio*, *14*(6), e0120523. https://doi.org/10.1128/mbio.01205-23

Naghavi, M., Vollset, S. ., Ikuta, K. ., & GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990-2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet*, *404*(10459), 1199–1226. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1

Nuraskin, C. A., Marlina, M., Idroes, R., Soraya, C., & Djufri, D. (2020). Antibacterial Activity Tests of N-hexane , Ethyl Acetate , and Methanol Leaves (Vitex) Extract (pinnata) against Streptococcus mutans. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, *8*, 181–184.

Saputera, D., & Program, D. S. (2025). Antibacterial Effectiveness of Ramania Leaves Extract Gel (*Bouea macrophylla* Griffith) Against the Growth. *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi*, *X*(2), 163–167.

Siahaan, E., Santoso, B. B., Somar, E., & Massora, M. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri dan Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Buah Hitam (*H. monticola*.) Asal Kabupaten Teluk Wondama. *Jurnal Natural*, *17*(2), 72–84. https://doi.org/10.30862/jn.v17i2.147

Sulakhiya, K., Soni, P., Tembhre, M. K., Kungumaraj, H. J., Paliwal, R., & Kumar, S. (2024). 2 - Physiology and pharmacology of wounds. In P. R. Solanki, A. Kumar, R. Pratap Singh, J. Singh, & K. B. T.-N. A. for N.-G. W. M. RB Singh (Eds.), *Nanotechnological Aspects for Next-Generation Wound Management* (pp. 21–54). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99165-0.00011-3

Tzanova, M., Atanasov, V., Yaneva, Z., Ivanova, D., & Dinev, T. (2020). Selectivity of Current Extraction Techniques for Flavonoids from Plant Materials. In *Processes* (Vol. 8, Issue 10, p. 1222). https://doi.org/10.3390/pr8101222

Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C. C., Tsakris, Z., Rozos, G., Tsigalou, C., & Bezirtzoglou, E. (2022). Interactions between Medical Plant-Derived Bioactive Compounds: Focus on Antimicrobial Combination Effects. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, *11*(8), 1–23. https://doi.org/10.3390/antibiotics11081014

Zhai, X., Wu, G., Tao, X., Yang, S., Lv, L., Zhu, Y., Dong, D., & Xiang, H. (2023). Success stories of natural product-derived compounds from plants as multidrug resistance modulators in microorganisms. *RSC Advances*, *13*(12), 7798–7817. https://doi.org/10.1039/d3ra00184a