

Perbandingan Metode Ekstraksi Konvensional dan Modern Pada Aktivitas Antibakteri dari Bahan Alam

Aisyah Ramadhani Paduan Ratu¹, Syazili Mustofa², Giska Tri Putri³, Hendri Busman⁴

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

^{2,3}Departemen Biokimia, Biologi Molekuler, dan Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

⁴Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

Abstrak

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tinggi dengan banyak spesies tanaman yang berpotensi sebagai sumber agen antibakteri alami. Metode ekstraksi memegang peran penting dalam menentukan rendemen dan aktivitas antibakteri senyawa bioaktif. Artikel ini bertujuan membandingkan efektivitas metode ekstraksi konvensional dan modern dalam menghasilkan rendemen serta aktivitas antibakteri ekstrak tanaman. Penelitian dilakukan melalui pendekatan systematic review terhadap artikel ilmiah yang relevan. Proses penelusuran literatur menghasilkan 27 studi yang memenuhi kriteria inklusi. Metode konvensional yang paling sering digunakan meliputi maserasi dan sokletasi. Metode modern yang banyak diterapkan mencakup *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE), dan *Supercritical Fluid Extraction* (SFE). Hasil telaah menunjukkan bahwa metode modern mampu menghasilkan rendemen lebih tinggi dengan waktu ekstraksi lebih singkat dibanding metode konvensional. Metode ini juga cenderung menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat, terutama terhadap bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Peningkatan efektivitas ini berkaitan dengan efisiensi perpindahan massa dan perlindungan terhadap degradasi senyawa aktif. Namun, beberapa penelitian melaporkan bahwa metode konvensional tetap mampu memberikan aktivitas antibakteri yang kompetitif, khususnya ketika menggunakan pelarut yang sesuai dan bahan tanaman dengan kandungan fitokimia tinggi. Perbedaan hasil dipengaruhi oleh jenis tanaman, bagian tanaman yang digunakan, polaritas pelarut, serta kondisi ekstraksi. Secara keseluruhan, metode ekstraksi modern menawarkan efisiensi proses dan potensi peningkatan aktivitas antibakteri. Pemilihan metode terbaik perlu disesuaikan dengan karakteristik bahan, target senyawa, ketersediaan peralatan, serta tujuan aplikasi akhir.

Kata kunci: Antibakteri, ekstraksi konvensional, ekstraksi modern

Comparison of Conventional and Modern Extraction Methods on the Antibacterial Activity of Natural Products

Abstract

Indonesia has high biodiversity with numerous plant species that possess potential as natural antibacterial agents. The extraction method plays a crucial role in determining the yield and antibacterial activity of bioactive compounds. This article aims to compare the effectiveness of conventional and modern extraction methods in producing yield and antibacterial activity of plant extracts. This study employed a systematic review approach by analyzing relevant scientific articles. The literature search resulted in 27 studies that met the inclusion criteria. The most commonly used conventional methods included maceration and Soxhlet extraction. Modern methods frequently applied were microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), and supercritical fluid extraction (SFE). The review results indicate that modern extraction methods are capable of producing higher yields in shorter extraction times compared to conventional methods. These methods also tend to generate stronger antibacterial activity, particularly against pathogenic bacteria such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. This increased effectiveness is associated with enhanced mass transfer efficiency and reduced degradation of active compounds. However, several studies reported that conventional methods can still provide competitive antibacterial activity, especially when appropriate solvents and plant materials rich in phytochemical compounds are used. Variations in results are influenced by plant species, plant parts utilized, solvent polarity, and extraction conditions. Overall, modern extraction methods offer greater process efficiency and potential enhancement of antibacterial activity. The selection of the most suitable method should consider material characteristics, target compounds, equipment availability, and the intended application.

Keywords: Antibacteria, conventional extraction, modern extraction

Korespondensi: Syazili Mustofa, Laboratorium Biokimia, Biologi Molekuler dan Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Alamat : Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Kota Bandar Lampung, HP 0819-2934-5909, e-mail syazili.mustofa@fk.unila.ac.id

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Keanekaragaman tumbuhan ini telah dimanfaatkan secara luas untuk berbagai keperluan seperti pangan, kosmetik, pengobatan tradisional, hingga sebagai sumber senyawa bioaktif untuk keperluan farmasi modern. Berbagai spesies tanaman diketahui menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan fenolik yang memiliki aktivitas biologis penting^{1,3}. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas antibakteri secara umum^{4,5}. Untuk memaksimalkan hasil ekstraksi suatu tanaman, diperlukan prosedur yang sesuai, antara lain pemilihan bahan ekstraksi, metode pembuatan simplisia, dan metode ekstraksi⁶. Potensi ini menjadikan tumbuhan sebagai sumber kandidat fitofarmaka yang strategis untuk dikembangkan dalam bidang kesehatan dan biomedis².

Pilihan metode ekstraksi memiliki peran penting dalam menentukan rendemen, kualitas fitokimia, serta aktivitas antibakteri suatu ekstrak tanaman⁷. Metode ekstraksi konvensional seperti maserasi, perkolasi, refluks, dan soxhletasi telah lama digunakan karena prosedurnya sederhana dan tidak membutuhkan peralatan kompleks⁸. Namun, teknik-teknik ini umumnya memerlukan waktu yang lama, suhu tinggi, dan penggunaan pelarut organik dalam jumlah besar, sehingga berisiko mendegradasi senyawa termolabil dan menurunkan efisiensi isolasi metabolit bioaktif, yang berdampak pada rendemen rendah dan profil fitokimia yang kurang optimal⁹. Sebaliknya, metode ekstraksi modern seperti microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), dan supercritical fluid extraction (SFE) dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan metode tradisional. Teknik ini memanfaatkan energi gelombang mikro atau ultrasonik, serta pelarut non-toksik seperti CO₂ superkritis, untuk mempercepat disrupti dinding sel tanaman dan

meningkatkan difusi pelarut pada suhu yang lebih rendah^{7,10,11}. Pendekatan ini terbukti lebih mempersingkat waktu ekstraksi, mengurangi konsumsi pelarut, meminimalkan degradasi senyawa peka panas, serta meningkatkan jumlah senyawa aktif yang terpulihkan. Perbedaan prinsip kerja antara metode konvensional dan modern tersebut menghasilkan variasi profil fitokimia ekstrak, yang memengaruhi potensi aktivitas antibakterinya^{12,13}.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi dan membandingkan metode ekstraksi konvensional (maserasi, perkolasi, Soxhlet, dll.) dengan metode ekstraksi modern (MAE, UAE, SFE, dll.) dalam mengekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan yang diharapkan memiliki aktivitas antibakteri. Fokus kajian meliputi perbedaan hasil ekstraksi (yield), komposisi fitokimia, dan aktivitas antibakteri ekstrak yang diperoleh.

Metode

Penelitian ini adalah penelitian review dengan metode *systematic review*. Pencarian artikel jurnal didasarkan pada rancangan PICO di mana population/problem dari penelitian ini adalah ekstrak bahan alam. Intervention dan comparison pada penelitian ini adalah metode ekstraksi konvensional dan modern.

Sedangkan outcome yang diukur adalah aktivitas antibakteri berupa pengukuran zona hambat bakteri, *minimum inhibition concentration*, serta pengujian lain. Pencarian artikel dilakukan melalui database PubMed, Science Direct, Scopus, dan Garuda. Kata kunci yang digunakan adalah (*Antibacteria AND extraction*) OR *maceration* OR *soxhletation* OR *microwave-assisted extraction* OR *ultrasound-assisted extraction* OR *supercritical fluid extraction*.

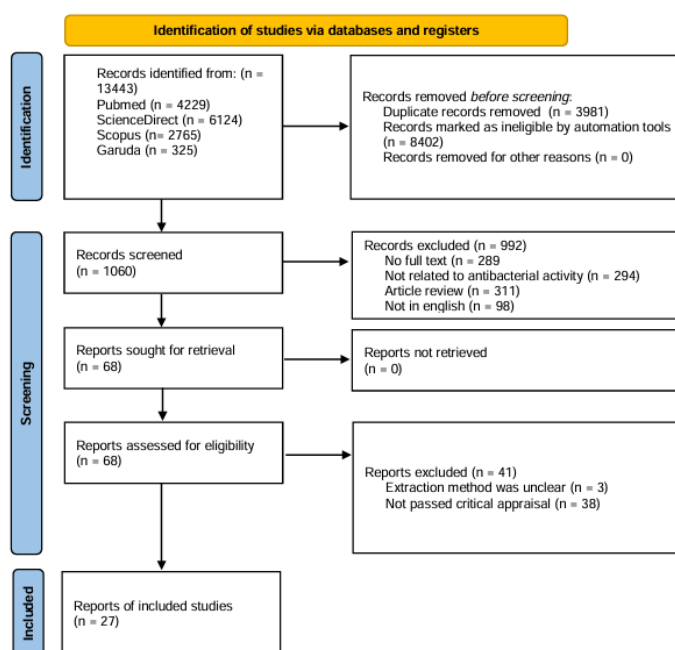
Pencarian dan seleksi artikel jurnal dilakukan menggunakan metode PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Item for Systematic*

Reviews and Meta-Analyses)¹⁴. Kriteria inklusi pada proses seleksi artikel adalah artikel membahas mengenai aktivitas antibakteri suatu ekstrak bahan alam, artikel dipublikasikan pada 2021 hingga 2025, artikel bersifat *true experimental*, dan artikel

HASIL

Penelitian ini menelaah 27 penelitian *true experimental*. Studi terhadap artikel menunjukkan metode konvensional dan modern. Metode konvensional yang banyak dipakai antara lain maserasi dan sokletasi, sedangkan metode modern yang banyak

dipakai mencakup *microwave-assisted extraction* (MAE), *ultrasound-assisted extraction* (UAE) dan *supercritical fluid extraction* (SFE). Rendemen ekstrak yang dilaporkan beragam. Tren umum dalam data tabel menunjukkan metode modern cenderung meningkatkan efisiensi ekstraksi sehingga rendemen dapat lebih tinggi dalam waktu singkat.



Gambar 1. PRISMA flowchart

Aktivitas antibakteri yang dilaporkan di sebagian besar studi dinilai dengan diameter zona hambat atau nilai minimum inhibition concentration (MIC) terhadap bakteri uji (umumnya *Staphylococcus aureus* dan *S. epidermidis*). Ekstrak tanaman umumnya memperlihatkan aktivitas antibakteri bervariasi tergantung metode ekstraksi dan pelarut. Misalnya, ekstrak daun ungu (*Graptophyllum pictum*) yang diekstraksi dengan metode

ultrasound-assisted extraction menghasilkan zona hambat rata-rata lebih luas daripada ekstrak maserasi pada *Streptococcus aureus*. Temuan utama tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak sangat bergantung pada kombinasi metode ekstraksi, jenis pelarut, dan spesies tanaman, sehingga terjadi variasi hasil di antara studi. Hasil telaah sistematis dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil telaah artikel

No	Penulis (tahun)	Spesies tanaman	Metode Ekstraksi	Hasil
1	Saeed, <i>et al</i> (2024) ¹⁵	<i>Kalanchoe pinnata</i>	Maserasi, <i>microwave-assisted extraction</i> , dan <i>supercritical fluid extraction</i>	Ekstrak <i>Kalanchoe pinnata</i> melalui metode <i>supercritical fluid extraction</i> pada kondisi optimal menghasilkan aktivitas antibakteri dan antioksidan paling kuat dibandingkan metode lain.
2	Monawer & Mammani (2023) ¹⁶	<i>Plantago major</i>	Soxhletasi	Ekstrak daun <i>Plantago major</i> memiliki potensi sebagai agen antibakteri dengan zona hambat 22,18 mm pada konsentrasi 100%
3	Wasihun, <i>et al</i> (2023) ¹⁷	<i>Calpurnia aurea</i>	Soxhletasi	Ekstrak daun <i>Calpurnia aurea</i> dengan pelarut eter memiliki potensi sebagai agen antibakteri
4	Seran, <i>et al</i> (2022) ¹⁸	<i>Anredera cordifolia</i>	Maserasi	Ekstrak daun <i>Anredera cordifolia</i> dengan pelarut akuades memiliki potensi sebagai agen antibakteri dengan zona hambat 19mm pada konsentrasi 10% walaupun tidak memiliki variabel kontrol dan nilai ambang batas efektivitas.
5	Sasebohe, <i>et al</i> (2023) ¹⁹	<i>Anredera cordifolia</i>	Maserasi	Ekstrak daun <i>Anredera cordifolia</i> dengan pelarut etanol 70% memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap bakteri <i>Cutibacterium acnes</i>
6	Indriastuti, <i>et al</i> (2024) ²⁰	<i>Syzygium Aqueum</i>	Maserasi	Sediaan gel hand sanitizer ekstrak daun <i>Syzygium aqueum</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i>
7	Attamimi & Yuda (2022) ²¹	<i>Myrmecodia pendens</i>	Maserasi	Ekstrak <i>Myrmecodia pendens</i> memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap bakteri <i>Cutibacterium acnes</i>
8	Jannaturah mah, <i>et al</i> (2023) ²²	<i>Syzygium Aqueum</i>	Maserasi	Ekstrak daun <i>Syzygium aqueum</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri <i>Streptococcus mutans</i>
9	Komala, <i>et al</i> (2023) ²³	<i>Ocimum citriodorum</i>	Maserasi	Ekstrak daun <i>Ocimum citriodorum</i> dengan pelarut etanol 96%, etil asetat, dan n-heksana memiliki potensi sebagai agen antibakteri dengan zona hambat tertinggi pada ekstrak dengan pelarut etanol 96% dengan zona hambat 9,3mm pada konsentrasi 30%
10	Putri, <i>et al</i> (2025) ²⁴	<i>Annona muricata</i>	Maserasi	Ekstrak daun dan buah <i>Annona muricata</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri <i>Streptococcus mutans</i>
11	Sivasamugh am, <i>et al</i> (2021) ²⁵	<i>Musa sp.</i>	Soxhletasi	Ekstrak etanol 80% daun <i>Musa paradisiaca</i> dan <i>Musa acuminata</i> memiliki potensi sebagai agen antibakteri, sedangkan ekstrak daun <i>Musa sapientum</i> tidak memiliki efek terhadap zona hambat bakteri
12	Silvyana, <i>et al</i> (2025) ²⁶	<i>Persea americana</i>	Maserasi	Ekstrak kulit buah <i>Persea americana</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri penyebab jerawat
13	Fath, <i>et al</i> (2024) ²⁷	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Maserasi	Ekstrak kulit batang <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri <i>Streptococcus pyogenes</i>
14	Nisyak, <i>et al</i> (2022) ²⁸	<i>Piper betle</i>	Maserasi	Ekstrak dan minyak atsiri dari daun <i>Piper betle</i> memiliki aktivitas antibakteri
15	Sarwar, <i>et al</i> (2025) ²⁹	<i>Achyranthus aspera</i>	<i>Microwave Assisted Extraction</i>	Ekstrak daun <i>Achyranthus aspera</i> dengan pelarut etanol memiliki aktivitas antibakteri tertinggi
16	Le, <i>et al</i> (2025) ³⁰	<i>Elsholtzia Cristata</i>	<i>Microwave-Assisted Extraction</i>	Ekstrak daun <i>Elsholtzia Cristata</i> dengan metode ekstraksi MAE menunjukkan efisiensi yang baik dalam

				menghasilkan minyak esensial. Ekstrak tersebut juga memiliki aktivitas antibakteri.
17	Idris, et al (2022) ³¹	<i>Centella asiatica</i>	<i>Solvent-free microwave extraction</i>	Hasil ekstraksi menggunakan metode <i>Solvent-free microwave extraction</i> menghasilkan rendemen yang lebih banyak dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan menggunakan metode konvensional.
18	Santos, et al (2021) ³²	<i>Feijoa sellowiana</i>	<i>pressurized liquid extraction dan supercritical fluid extraction</i>	Ekstrak buah <i>Feijoa sellowiana</i> yang diekstrak menggunakan metode <i>supercritical fluid extraction</i> memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan metode <i>pressurized liquid extraction</i>
19	Syuhada, et al (2025) ³³	<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>supercritical fluid extraction</i>	Ekstrak buah <i>Cymbopogon citratus</i> memiliki aktivitas antibakteri
20	Gwiazdowska, et al (2024) ³⁴	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Supercritical Fluid Extraction</i>	Ekstrak daun <i>Origanum vulgare</i> memiliki aktivitas antibakteri dengan efek terkuat terhadap bakteri gram positif
21	Lee & Park (2024) ³⁵	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Maserasi dan <i>Supercritical Fluid Extraction</i>	Ekstrak akar <i>Scutellaria baicalensis</i> yang diekstraksi menggunakan metode <i>Supercritical Fluid Extraction</i> memiliki aktivitas antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> , sedangkan metode konvensional tidak memiliki aktivitas antibakteri
22	Ayuso, et al (2025) ¹¹	<i>Vitis vinifera</i>	Maserasi dan <i>Supercritical CO2 Extraction</i>	Ekstrak <i>Vitis vinifera</i> yang diekstrak menggunakan metode konvensional dan modern sama-sama memiliki aktivitas antibakteri
23	Karimnejad & Ghavam (2024) ³⁶	<i>Mentha longifolia</i>	Maserasi, Maserasi-distilasi dengan perangkat Kaiser, Maserasi-hidrodistilasi dengan perangkat Clevenger microwave-assisted extraction, <i>ultrasound assisted extraction</i> , and <i>supercritical fluid extraction</i>	Ekstrak <i>Mentha longifolia</i> yang diekstrak menggunakan metode Maserasi-distilasi dengan perangkat Kaiser, microwave-assisted extraction, dan <i>ultrasound assisted extraction</i> memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan dengan metode lain
24	Chakma et al (2023) ³⁷	<i>Stevia rebaudiana Bertonii</i>	Soxhletasi	Ekstrak <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni memiliki aktivitas antibakteri
25	Peng, et al (2022) ⁸	<i>Aronia melanocarpa</i>	Maserasi, <i>ultrasonic-microwave assisted extraction</i> , <i>ultrasound-assisted extraction</i> , dan <i>microwave-assisted extraction</i>	Ekstrak <i>Aronia melanocarpa</i> yang diekstrak menggunakan metode <i>ultrasonic-microwave assisted extraction</i> memiliki efek antibakteri tertinggi dibandingkan dengan metode lainnya

26	Sandeep, et al (2023) ⁷	<i>Moringa oleifera</i>	Maserasi, soxhletasi, <i>Ultrasound-Assisted Extraction</i> , dan <i>Microwave-Assisted Extraction</i>	Ekstrak <i>Moringa oleifera</i> yang diekstrak menggunakan metode <i>ultrasonic assisted extraction</i> memiliki efek antibakteri tertinggi dibandingkan dengan metode lainnya
27	Mohammed & Abdullah (2022) ¹⁰	<i>Nonea pulmonarioides</i>	Maserasi dan <i>Microwave-Assisted Extraction</i>	Ekstrak <i>Nonea pulmonarioides</i> yang diekstrak menggunakan metode <i>microwave-assisted extraction</i> memiliki efek antibakteri tertinggi dibandingkan dengan metode maserasi

Pembahasan

Berdasarkan hasil telaah sistematis terhadap 27 artikel, metode ekstraksi modern terbukti unggul dalam menghasilkan rendemen tinggi. Metode seperti *ultrasound-assisted extraction* (UAE) dan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) mempercepat pelarutan komponen bioaktif sehingga menambah jumlah ekstrak dalam waktu singkat seperti yang digambarkan pada gambar 2. Sebagai contoh, beberapa studi menunjukkan metode *ultrasound-assisted extraction* menghasilkan rendemen lebih tinggi dibanding maserasi dengan durasi yang sama^{7,8}.



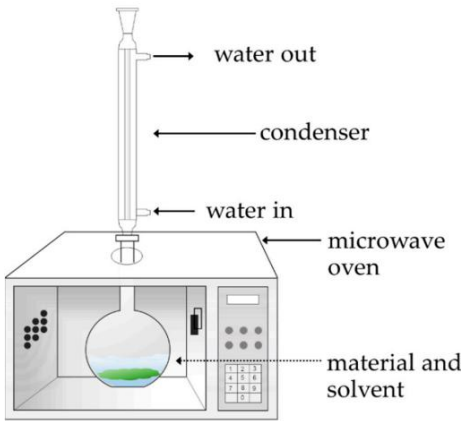
Gambar 2. Kerangka konsep ekstraksi konvensional dan modern

Meskipun demikian, metode konvensional juga dapat memberikan rendemen kompetitif dalam kondisi tertentu. Penelitian terhadap *Vitis vinifera* menunjukkan bahwa ekstrak Maserasi dan *Supercritical CO2 Extraction* memiliki aktivitas antibakteri yang serupa dan tidak memiliki perbedaan signifikan¹¹. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor teknis dan variabel perancu seperti suhu,

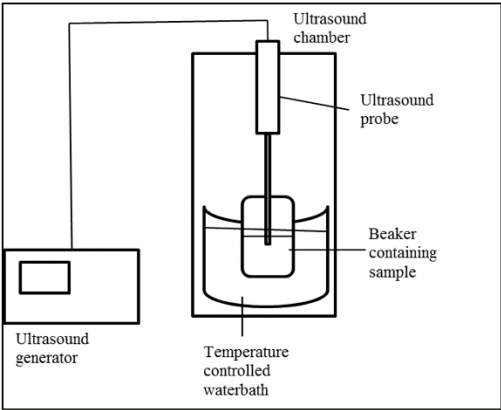
tekanan, kualitas simplisia dan ukuran partikel simplisia dapat mempengaruhi hasil^{38,39}.



Gambar 3. Ekstraksi konvensional dengan metode maserasi (Dokumentasi pribadi,2025)



Gambar 4. Ilustrasi ekstraksi modren dengan metode *Microwave-Assisted Extraction*⁴⁰



Gambar 5. Ilustrasi ekstraksi modren dengan metode *Ultrasound-Assisted Extraction*⁴¹

Pilihan pelarut juga menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan. Pelarut polar seperti etanol 70–96% terkadang memberikan rendemen yang lebih baik untuk senyawa fenolik dan flavonoid. Hal ini dikarenakan etanol memiliki sifat polar sehingga memiliki kemampuan yang cukup baik untuk melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid yang cenderung polar. Dengan demikian, metode ekstraksi terbaik dalam hal rendemen tergantung pada karakteristik bahan dan pelarut, meski secara keseluruhan metode modern menawarkan efisiensi tinggi dengan waktu yang lebih singkat dan pelarut yang lebih sedikit¹³.

Dari sisi aktivitas antibakteri, metode ekstraksi yang optimal juga bergantung pada komposisi senyawa yang diekstrak. Secara umum, metode modern cenderung memperkuat konsentrasi senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, dan fenolik sehingga ekstraknya menunjukkan daya hambat lebih besar. Misalnya, ekstrak akar *Scutellaria baicalensis* yang diekstraksi dengan metode *Supercritical Fluid Extraction* memiliki aktivitas antibakteri lebih baik daripada metode maserasi⁴¹. Pada penelitian ini, metode maserasi tidak memberikan aktivitas antibakteri yang bermakna³⁶. Hal ini disebabkan metode *Supercritical Fluid Extraction* menghasilkan senyawa aktif yang lebih banyak dengan waktu ekstraksi yang lebih cepat, sehingga senyawa aktif antibakteri dapat diekstrak sepenuhnya

sebelum rusak. Namun terdapat hasil yang berbeda pada penelitian Karimnejad & Ghavam, *et al* (2024)³⁶ di mana ekstrak *Mentha longifolia* yang diekstrak menggunakan metode maserasi-distilasi dengan bantuan perangkat Kaiser memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan metode supercritical fluid extraction. Perbedaan ini mungkin timbul karena pemanasan kontinu pada metode distilasi dibantu dengan perangkat Kaiser membantu melarutkan senyawa aktif tertentu yang sulit terlepas dengan metode modern yang lebih cepat³⁰.

Tabel 2. Kelebihan dan kekurangan metode ekstraksi konvensional dan modern

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Konvensional	<i>Cost-effective</i> , alat yang digunakan sederhana	Rendemen lebih sedikit, waktu ekstraksi lebih lama, risiko senyawa aktif rusak sebelum ekstraksi selesai
Modern	Rendemen yang didapat lebih banyak dalam waktu singkat, kualitas senyawa aktif lebih terjaga	Mahal, tidak semua laboratorium menyediakan alatnya

Faktor penting lain adalah tipe pelarut dan spesies tanaman. Pelarut polar seperti etanol dan metanol lebih efektif dalam melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid yang cenderung bersifat polar. Sedangkan pelarut nonpolar (misalnya n-heksana) biasanya digunakan untuk komponen terpenoid dan minyak atsiri. Dalam literatur, beberapa spesies tanaman tampak menonjol dari segi aktivitas antibakteri, seperti *Ageratum conyzoides*, *Graptophyllum pictum*, serta berbagai rempah *Zingiberaceae*. Ekstrak tanaman ini sering menunjukkan aktivitas antibakteri kuat dengan berbagai metode ekstraksi.

Metode modern seperti *microwave-assisted extraction*, *ultrasound assisted extraction*, dan *supercritical fluid extraction* memberikan efisiensi tinggi dengan waktu dan jumlah pelarut yang minimal, sehingga sering kali menghasilkan rendemen ekstrak lebih tinggi serta aktivitas antibakteri yang kuat. Namun, metode konvensional seperti maserasi dan soxhletasi masih relevan dan memiliki keunggulan tersendiri, terutama pada penelitian skala laboratorium karena alat yang digunakan lebih sederhana dan *cost-effective*. Selain itu, metode konvensional lebih sesuai untuk mengekstraksi senyawa aktif yang sensitif terhadap suhu tinggi, sehingga mampu meminimalisir degradasi senyawa aktif. Oleh karena itu, pemilihan metode ekstraksi perlu disesuaikan dengan sifat senyawa target yang akan diekstraksi dan spesies tanaman.

Kesimpulan

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa ekstraksi bahan alam dengan metode konvensional dan modern sama-sama memiliki kelebihan dan keterbatasan masing-masing dalam memproduksi ekstrak yang memiliki aktivitas antibakteri. Implikasi dari temuan ini, memberikan acuan bagi peneliti untuk memilih metode ekstraksi secara selektif sesuai dengan tujuan penelitian dan karakteristik senyawa target, serta bagi industri sebagai dasar pertimbangan dalam menerapkan metode ekstraksi yang lebih efisien dan mampu menghasilkan mutu ekstrak yang konsisten. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan pentingnya strategi pemilihan metode ekstraksi yang selektif dan berbasis karakteristik senyawa untuk mendukung pengembangan aktivitas antibakteri berbahan alam yang efektif dan berkualitas.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa diperlukan penelitian eksperimental lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang dapat

memengaruhi hasil ekstraksi dan aktivitas antibakteri di luar pemilihan metode dan pelarut ekstraksi, serta diperlukan standarisasi metode uji antibakteri agar hasil penelitian lebih akurat dan dapat dibandingkan. Selain itu, diperlukan juga pengembangan alat ekstraksi modern agar metode modern lebih *cost-effective* dan dapat digunakan secara luas. Dengan demikian, metode modern tersebut dapat dipertimbangkan sebagai pendekatan ekstraksi yang lebih unggul dan relevan untuk penelitian berikutnya.

Daftar Pustaka

1. Fitriana NF, Rachmalia N, Mukhlisah I. Review : Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn .) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Medfarm*. 2024;13(1):32-46.
2. Silva BN, Bonilla-Luque OM, Possas A, et al. Meta-Analysis of In Vitro Antimicrobial Capacity of Extracts and Essential Oils of *Syzygium aromaticum*, *Citrus* L. and *Origanum* L.: Contrasting the Results of Different Antimicrobial Susceptibility Methods. *Foods*. 2023;12(6).
3. Syafriana V, Rusyita R. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Terhadap Pertumbuhan *Propionibacterium acnes*. *Saintech Farma*. 2017;10(2):9-11.
4. Syafriana V, Febriani A, Rohmawati F. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sempur Air (*Dillenia suffruticosa*) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat *Propionibacterium acnes* 2024;9(1):99-108.
5. Sudrajat ACL, Hardhani PR, Sukmawati AN, Arnov ST, Rimawati N. Effectiveness of Guava Leaf Extract (*Syzygium Aqueum*) in Inhibiting The Growth of Bacteria *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans*. *South East Asia Nurs Res*. 2021;3(4):179.
6. Sulistyarini I, Sari DA, Wicaksono TA. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder batang buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). *J Ilm Cendekia Eksakta*. Published online 2020:56-62.

7. Sandeep G, Arumugam T, Janavi GJ, Anitha T, Senthil K, Lakshmanan A. A Comparative study on conventional and non-conventional extraction methodologies for extraction yield , quality and antibacterial properties of moringa (*Moringa oleifera* Lam .). *J Appl Hortic*. 2023;25(1):17-24.
8. Peng M, Jiang C, Jing H, Du X, Fan X, Zhang Y. Comparison of Different Extraction Methods on Yield, Purity, Antioxidant, and Antibacterial Activities of Proanthocyanidins from chokeberry (*Aronia melanocarpa*). *J Food Meas Charact*. 2022;16(3):2049-2059.
9. Eprariana, Maulidia F, Adidah SN, et al. Perbedaan Teknik Ekstraksi dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Biologis serta Hasil Senyawa Fitokimia pada Bahan Alam. *J Pendidikan, Kim Fis dan Biol*. 2025;1(5):23-39.
10. Mohammed HH, Abdullah FO. Microwave-Assisted Extraction and Phytochemical Profile of *Nonea pulmonarioides* and Its Antifungal, Antibacterial, and Antioxidant Activities. 2022;2022.
11. Ayuso S, Moreta C, Saiz-abajo M, Gast M, Ruiz-larrea F, Tenorio C. Chemical Profile and Antibacterial Activity of *Vitis vinifera* L . cv Graciano Pomace Extracts Obtained by Green Supercritical CO₂ Extraction Method Against Multidrug-Resistant *Escherichia coli* Strains. *Foods*. 2025;14(1):1-21.
12. Batubara AN, Batubara S, Simanjuntak A. Systematic Review : Uji Aktivitas Anti Bakteri Ekstrak Buah Andaliman (*Zanthoxylum* sp). *J Farm dan Herb*. 2023;5(2):126-133.
13. Naufal MA, Susianti, Daulay SA, Carolia N. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*): Sebuah Tinjauan Sistematis. *J Kesehat Amanah*. 2024;8(2):264-273.
14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372.
15. Saeed K, Farhan M, Chughtai J, et al. Impact of extraction techniques and process optimization on antioxidant and antibacterial potential of *Kalanchoe pinnata* leaf extract. *Int J Food Prop*. 2024;27(1):909-926.
16. Monawer AT, Mohammed I, Mammani A. Antibacterial activity of ethanolic extracts of *Plantago major* leaves against *Pseudomonas aeruginosa* from burn infections. *J Infect Dev Ctries*. 2023;17(2):276-280.
17. Wasihun Y, Habteweld HA, Ayenew KD. Antibacterial activity and phytochemical components of leaf extract of *Calpurnia aurea*. *Sci Rep*. Published online 2023:1-7.
18. Seran F, Jasmanindar Y, Salosso Y. Uji fitokimia dan aktivitas antibakteri daun binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap bakteri *Vibrio alginolyticus* in-vitro. *J Aquat*. 2022;5(1):1-8.
19. Sasebohe VY, Prakasita VC, Aditiyarini D. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Binahong Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat. *Sciscitatio*. 2023;4(1).
20. Indriastuti I, Amrullah AW, Hidayati EN, Santoso J. Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Gel Hand Sanitizer Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium Aqueum* (Burm. F.) Alston) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli*. *JIKES J Ilmu Kesehat*. 2024;3:105-117.
21. Attamimi FA, Yuda IP. Aktifitas Antibakteri Terpenoid dari Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*) Terhadap *Streptococcus Sanguinis* ATCC10556. *Yars J Pharmacol*. 2022;3(2):76-84.
22. Jannaturrahmah A, Setiyanto R, Sari DW. Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jambu Air (*Syzygium Aqueum* (Burm.fil.) Alston) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *J Farm Politek Indonusa Surakarta*. 2023;7(2):38-43.
23. Komala O, Utami NF, Darmawan S. Antibacterial Activity of *Ocimum citriodorum* Leave Extracts Against *Shigella dysenteriae*. *Fitofarmaka J Ilm Farm*. 2023;13(1):1-8.
24. Putri DAR, Zuraidah Z, Amin N. Antibacterial Activity of Soursop (*Annona muricata* L.) Leaf and Fruit Extracts Against *Streptococcus mutans*. *Biodidaktika*. 2025;20(1):85-95.
25. Sivasamugham LA, Nimalan V, Subramaniam G. Antibacterial effects of *Musa* sp . ethanolic leaf extracts against methicillin-resistant and susceptible

- Staphylococcus aureus*. *South African J Chem Eng*. 2021;35(August 2020):107-110.
26. Silvyana E, Wartu L, Nurhayati N, et al. Uji Aktivitas Antibakteri Pada Ekstrak Kulit Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *J Wiyata*. 2025;12(1):29-37.
 27. Fath A, Kurniawaty E, Graharti R, et al. Uji Efektivitas Ekstrak Kulit Batang Bakau Lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Streptococcus pyogenes* Effectiveness of Lindur Mangrove Bark Extract (*Bruguiera gymnorhiza*) as an Antibacterial Against *Streptococcus pyogenes*. *Medula*. 2024;14(8):1547-1552.
 28. Nisyak K, Hisbiyah A, Haqqo A. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Sirih Hijau Terhadap Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *J Pharm Care Anwar Med*. 2022;5(1):1-14.
 29. Sarwar S, Tariq A, Jamil N, Tahir A. Effect of Microwave Assisted Extraction on Antibacterial Properties of *Achyranthus aspera* L. Leaves. *J Agric Sci Eng*. 2025;7(3):109-118.
 30. Le N, Tran A, Dang HV, Thi H, Duong G. Evaluating Microwave-Assisted Extraction of *Elsholtzia Cristata* Essential Oils: Efficiency, Chemical Profile and Antibacterial Activity. *Curr Microw Chem*. 2025;12(1):10-15.
 31. Idris FN, Shukor SRA, Nadzi MM. Phytochemicals, antioxidant And Antimicrobial Activity Of *Centella Asiatica* Extracted By Solvent-Free Microwave. *Asean Eng J*. 2022;12(4):137-144.
 32. Santos PH, Kammers JC, Silva AP, Oliveira JV. Antioxidant and antibacterial compounds from *feijoa* leaf extracts obtained by pressurized liquid extraction and supercritical fluid extraction. *Food Chem*. 2021;11:1-9.
 33. Syuhada I, Daud M, Khaizura N, Ab M, Palmer J, Flint S. Food Bioscience Characterization, antibacterial activity, and stability of supercritical fluid extracted lemongrass nanoemulsion on *Bacillus cereus*. *Food Biosci*. 2025;68(3):106526.
 34. Gwiazdowska D, Wa A, Popowski D. Antimicrobial and Antibiofilm Activity of *Origanum vulgare* Extracts Obtained by Supercritical Fluid Extraction Under Various Extraction Conditions. *molecules*. 2024;29(24):5823.
 35. Lee KW, Park SI. Anti-Oxidant , Anti-Bacterial, And Anti-Inflammatory Activity Of *Scutellaria baicalensis* Root Supercritical Fluid Extracts. *J Anim Plant Sci*. 2024;34(6):1410-1423.
 36. Karimnejad M, Id MG. Comparison of quantity , quality and antibacterial activity of essential oil *Mentha longifolia* (L .) L . under different traditional and modern extraction methods. *PLoS One*. 2024;19(7):1-30.
 37. Chakma A, Afrin F, Rasul MG, Maeda H, Yuan C, Shah AKMA. Effects of extraction techniques on antioxidant and antibacterial activity of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) leaf extracts. *Food Chem Adv*. 2023;3(October):100494.
 38. Kharismanda K, Yuliani Y. Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun, Batang dan Bunga Tanaman Kenikir (*Cosmos sulphureus*) terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella*. *LenteraBio Berk Ilm Biol*. 2021;10(2):146-152.
 39. Tri Rumanti A, Saragih H. Ekstraksi dan Identifikasi Kandungan Senyawa Bioaktif Daun Saga Rambat (*Abrus precatorius*). *Biota J Ilm Ilmu-Ilmu Hayati*. 2023;8(September 2022):59-68.
 40. Tanruean K, Luangkamin S, Srisurat T, Bunmusik W. Optimization of Microwave-Assisted Extraction Process for Production of Polyphenol-Rich Crude Extract from *Cinnamomum iners* Leaves. Published online 2025:1-18.
 41. Abubakar AR, Haque M. Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *J Pharm Bioallied Sci*. 2020;12(1):1-10.
 42. Zahari NAAR, Chong GH, Abdullah LC, Chua BL. Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) Process on Thymol Concentration from *Plectranthus Amboinicus* Leaves: Kinetic Modeling and Optimization. *Processes*. 9 Maret 2020;8(3):322.