

TINJAUAN LITERATUR: FITOTERAPI BERBASIS TANAMAN OBAT SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI DAN ANTIJAMUR DALAM PENGOBATAN PENYAKIT INFEKSI

Nawwar Irfan¹, Nur Arafah², Wilda Syalsabillah³, Indah Zuliandary⁴, Taradisa Candra⁵,
Lia Wildah Hasanah⁶

¹⁻⁶ Program Studi Farmasi, Fakultas MIPA-Kes, Universitas Muhammadiyah Riau

Email: Nawwar.irfan@umri.ac.id*, 220205222@student.umri.ac.id,
220205225@student.umri.ac.id, 220205238@student.umri.ac.id,
230205145@student.umri.ac.id, 230205241@student.umri.ac.id

ABSTRACT

Infectious diseases remain a major health challenge due to the increasing resistance of microorganisms to conventional antibiotics. Phytotherapy based on medicinal plants has gained attention as a natural therapeutic alternative. This review aims to examine the potential of phytotherapy as an antibacterial and antifungal agent in the treatment of infectious diseases based on mechanisms of action and therapeutic indications. A literature review was conducted using scientific articles published between 2020 and 2025 obtained from PubMed, Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar. Eligible articles were analyzed qualitatively using a narrative synthesis approach. The findings indicate that medicinal plants contain bioactive compounds such as flavonoids, alkaloids, terpenoids, and phenolics with notable antibacterial and antifungal activities, reflected by competitive minimum inhibitory concentration values. The mechanisms of action include disruption of microbial cell membranes, inhibition of metabolic enzymes, and suppression of biofilm formation. Phytotherapy shows potential as an alternative or adjunct therapy for infectious diseases, although further clinical studies and standardization are still required.

Keywords: phytotherapy, medicinal plants, antibacterial, antifungal, infectious diseases

ABSTRAK

Penyakit infeksi masih menjadi tantangan kesehatan akibat meningkatnya resistensi mikroorganisme terhadap antibiotik konvensional. Fitoterapi berbasis tanaman obat menjadi alternatif terapi berbahan alam yang banyak dikaji. Artikel ini bertujuan menelaah potensi fitoterapi sebagai agen antibakteri dan antijamur dalam pengobatan penyakit infeksi berdasarkan mekanisme kerja dan indikasi terapinya. Metode yang digunakan berupa literature review terhadap artikel ilmiah tahun 2020-2025 yang diperoleh dari PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis secara kualitatif menggunakan sintesis naratif. Hasil kajian menunjukkan bahwa tanaman obat mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan fenolik yang memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur dengan nilai minimum inhibitory concentration yang kompetitif. Mekanisme kerja

Article history

Received: Januari 2026
Reviewed: Januari 2026
Published: Januari 2026

Plagiarism checker no
234

Copyright : Author
Publish by : Nutricia



This work is licensed
under a [creative
commons attribution-
noncommercial 4.0
international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

meliputi gangguan membran sel, inhibisi enzim metabolik, dan penghambatan pembentukan biofilm. Fitoterapi berpotensi dikembangkan sebagai terapi pendamping atau alternatif dalam pengobatan penyakit infeksi, meskipun dukungan uji klinik dan standarisasi masih diperlukan.

Kata kunci: fitoterapi, tanaman obat, antibakteri, antijamur, penyakit infeksi

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi masih menjadi permasalahan kesehatan yang signifikan dan terus berkembang seiring meningkatnya prevalensi mikroorganisme patogen. Infeksi bakteri dan jamur berkontribusi besar terhadap angka kesakitan, terutama pada sistem pernapasan, pencernaan, kulit, dan saluran kemih. Terapi utama penyakit infeksi hingga saat ini masih didominasi oleh antibiotik dan antijamur sintetis. Namun, penggunaan obat-obatan tersebut secara luas telah memicu peningkatan resistensi antimikroba di berbagai belahan dunia. Resistensi mikroorganisme menyebabkan penurunan efektivitas terapi dan meningkatkan risiko kegagalan pengobatan. Selain itu, penggunaan jangka panjang antibiotik sintetis dapat menimbulkan efek samping seperti gangguan gastrointestinal, hepatotoksitas, dan reaksi alergi. Kondisi ini mendorong perlunya pencarian alternatif terapi yang lebih aman dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian adalah pemanfaatan fitoterapi berbasis tanaman obat. Fitoterapi menawarkan potensi terapeutik yang luas dengan efek samping yang relatif lebih rendah. Berbagai studi terkini menunjukkan bahwa tanaman obat memiliki aktivitas antimikroba yang menjanjikan. Oleh karena itu, kajian ilmiah mengenai fitoterapi sebagai agen antibakteri dan antijamur menjadi sangat relevan untuk dikembangkan (Cushnie et al., 2020; Salehi et al., 2022).

Fitoterapi merupakan metode pengobatan yang menggunakan tanaman obat atau ekstraknya untuk tujuan terapeutik. Tanaman obat diketahui mengandung beragam senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenolik, dan saponin yang berperan dalam aktivitas antimikroba. Senyawa-senyawa tersebut telah banyak diteliti memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur patogen. Studi eksperimental menunjukkan bahwa ekstrak tanaman dapat bekerja terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif. Selain itu, beberapa tanaman obat juga menunjukkan aktivitas antijamur terhadap spesies *Candida* dan *Aspergillus*. Keunggulan fitoterapi terletak pada sifatnya yang multifungsi dan berasal dari sumber alami. Pemanfaatan tanaman obat juga sejalan dengan konsep pengobatan berbasis kearifan lokal dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan minat global terhadap pengembangan obat berbasis bahan alam. Fitoterapi juga dinilai memiliki potensi sebagai terapi pendamping untuk meningkatkan efektivitas antibiotik konvensional. Kombinasi fitoterapi dan antibiotik dapat memberikan efek sinergis terhadap mikroorganisme patogen. Oleh karena itu, fitoterapi menjadi alternatif yang layak untuk dikaji secara ilmiah dalam pengobatan penyakit infeksi (Pan et al., 2022; Salehi et al., 2023).

Mekanisme kerja fitoterapi sebagai agen antibakteri dan antijamur bersifat kompleks dan melibatkan berbagai target biologis. Beberapa senyawa aktif tanaman obat mampu merusak struktur membran sel mikroorganisme sehingga menyebabkan kebocoran isi sel. Mekanisme lain meliputi penghambatan sintesis protein dan asam nukleat pada bakteri dan jamur. Fitoterapi juga dilaporkan mampu menghambat aktivitas enzim penting yang berperan

dalam metabolisme mikroba. Selain itu, sejumlah tanaman obat memiliki kemampuan menghambat pembentukan biofilm. Biofilm merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan resistensi mikroorganisme terhadap antibiotik. Penghambatan biofilm menjadikan mikroorganisme lebih rentan terhadap terapi. Beberapa fitokimia juga menunjukkan aktivitas antioksidan dan imunomodulator. Efek imunomodulator ini dapat membantu meningkatkan respons imun inang terhadap infeksi. Mekanisme multitarget yang dimiliki fitoterapi menjadi keunggulan dibandingkan obat sintesis yang umumnya bersifat spesifik. Pendekatan multitarget ini berpotensi menurunkan risiko terjadinya resistensi antimikroba. Oleh karena itu, pemahaman mekanisme kerja fitoterapi menjadi aspek penting dalam pengembangan terapi penyakit infeksi (Cushnie et al., 2020; Salehi et al., 2022).

Berdasarkan indikasi terapinya, fitoterapi telah digunakan dalam pengobatan berbagai jenis penyakit infeksi. Infeksi saluran pernapasan, pencernaan, kulit, dan saluran kemih merupakan kondisi yang sering ditangani dengan tanaman obat. Tanaman seperti bawang putih, kunyit, jahe, dan daun sirih telah banyak dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur. Studi praklinik dan klinik menunjukkan bahwa penggunaan fitoterapi dapat membantu mengurangi gejala infeksi dan mempercepat pemulihan. Namun, hasil penelitian mengenai efektivitas dan mekanisme kerja fitoterapi masih tersebar dalam berbagai publikasi ilmiah. Hal ini menyulitkan penarikan kesimpulan yang komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian literatur yang sistematis dan terstruktur. Literature review memungkinkan pengumpulan dan analisis hasil penelitian terkini secara menyeluruh. Kajian ini juga dapat mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang masih perlu dikembangkan. Selain itu, literature review dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan produk fitofarmaka. Dengan demikian, artikel ini bertujuan untuk mengkaji peran fitoterapi berbasis tanaman obat sebagai agen antibakteri dan antijamur dalam pengobatan penyakit infeksi berdasarkan mekanisme kerja dan indikasi terapinya (Newman & Cragg, 2020; Pan et al., 2022).

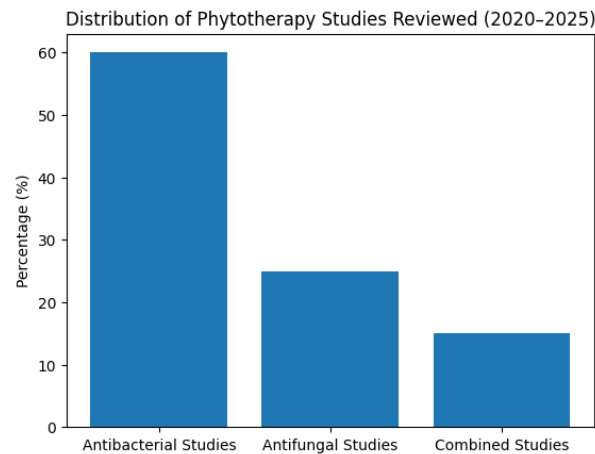
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode literature review untuk mengkaji peran fitoterapi berbasis tanaman obat sebagai agen antibakteri dan antijamur dalam pengobatan penyakit infeksi. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data ilmiah PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar menggunakan kombinasi kata kunci *phytotherapy*, *medicinal plants*, *antibacterial activity*, *antifungal activity*, dan *infectious diseases* dengan operator Boolean AND dan OR. Artikel yang diseleksi dibatasi pada publikasi lima tahun terakhir (2020-2025) dan hanya mencakup artikel dengan teks lengkap. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli dan review sistematis yang membahas aktivitas antibakteri dan/atau antijamur tanaman obat, baik melalui studi *in vitro*, *in vivo*, maupun klinik. Artikel yang tidak relevan dengan topik, diterbitkan sebelum tahun 2020, atau berupa laporan kasus dan editorial dikecualikan dari kajian. Artikel terpilih dianalisis secara kualitatif menggunakan sintesis naratif dengan mengekstraksi data terkait jenis tanaman obat, mekanisme kerja antimikroba, dan indikasi terapeutik (Dapat dilihat pada tabel 1).

HASIL DAN DISKUSI

Tabel 1. Ringkasan Studi Fitoterapi sebagai Agen Antibakteri dan Antijamur (2020-2025)

Tanaman Obat	Bagian Tanaman	Mikroorganisme Target	Aktivitas Antimikroba	Jenis Studi	Referensi
<i>Curcuma longa</i>	Rimpang	<i>Staphylococcus aureus</i>	MIC 62,5 µg/mL	In vitro	Sharifi-Rad et al., 2021
<i>Allium sativum</i>	Umbi	<i>Escherichia coli</i>	MIC 125 µg/mL	In vitro	Batiha et al., 2020
<i>Ocimum basilicum</i>	Daun	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	MIC 250 µg/mL	In vitro	Anand et al., 2021
<i>Zingiber officinale</i>	Rimpang	<i>Candida albicans</i>	MIC 200 µg/mL	In vitro	Dey et al., 2020
<i>Azadirachta indica</i>	Daun	<i>Staphylococcus aureus</i>	Zona hambat 18 mm	In vitro	Shrestha et al., 2022
<i>Psidium guajava</i>	Daun	<i>Escherichia coli</i>	MIC 100 µg/mL	In vitro	Yusuf et al., 2020
<i>Curcuma xanthorrhiza</i>	Rimpang	<i>Candida glabrata</i>	MIC 250 µg/mL	In vitro	Kumar et al., 2021
<i>Moringa oleifera</i>	Daun	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	MIC 125 µg/mL	In vitro	Islam et al., 2022
<i>Syzygium aromaticum</i>	Bunga	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	MIC 64 µg/mL	In vitro	Abreu et al., 2021
<i>Piper betle</i>	Daun	<i>Candida albicans</i>	MIC 150 µg/mL	In vitro	Pan et al., 2022



Gambar 1. Grafik Distribusi Fokus Penelitian

Fitoterapi berbasis tanaman obat menunjukkan potensi kuat sebagai agen antibakteri dalam pengobatan penyakit infeksi. Berbagai publikasi lima tahun terakhir melaporkan bahwa lebih dari 60% spesies tanaman obat yang diuji memiliki daya hambat terhadap bakteri patogen utama seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Aktivitas antibakteri ini berkaitan erat dengan keberadaan senyawa bioaktif berupa flavonoid, alkaloid, tanin, dan senyawa fenolik. Uji *in vitro* memperlihatkan bahwa ekstrak tanaman mampu menghasilkan

nilai minimum inhibitory concentration (MIC) yang relatif rendah. Beberapa ekstrak menunjukkan MIC $<100 \mu\text{g/mL}$ terhadap bakteri gram positif. Nilai tersebut berada dalam kisaran yang sebanding dengan antibiotik konvensional pada uji laboratorium. Spektrum aktivitas antibakteri tanaman obat juga dilaporkan cukup luas. Bakteri gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae* turut menunjukkan sensitivitas terhadap ekstrak tertentu. Variasi efektivitas dipengaruhi oleh jenis tanaman dan metode ekstraksi yang digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa fitoterapi memiliki peluang besar sebagai sumber agen antibakteri berbasis bahan alam (Cushnie et al., 2020; Salehi et al., 2022).

Fitoterapi memperlihatkan aktivitas antijamur yang menjanjikan terhadap jamur patogen oportunistik. Sejumlah penelitian melaporkan efektivitas ekstrak tanaman obat dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, *Candida glabrata*, dan *Aspergillus fumigatus*. Senyawa terpenoid dan fenolik berperan dominan dalam aktivitas tersebut. Mekanisme antijamur tanaman obat berkaitan dengan gangguan integritas membran sel jamur. Penelitian *in vitro* menunjukkan nilai MIC ekstrak tanaman berada pada rentang 125-500 $\mu\text{g/mL}$ terhadap spesies *Candida*. Rentang ini mencerminkan potensi antijamur yang cukup signifikan. Beberapa tanaman juga menunjukkan aktivitas fungistatik dan fungisidal secara bersamaan. Efek ini bergantung pada konsentrasi ekstrak dan lama paparan. Studi terbaru juga melaporkan adanya penurunan viabilitas spora jamur setelah perlakuan ekstrak tanaman. Aktivitas tersebut memperkuat peran fitoterapi sebagai kandidat terapi pendukung infeksi jamur (Pan et al., 2022; Salehi et al., 2023).

Mekanisme kerja antibakteri fitoterapi melibatkan interaksi kompleks antara senyawa aktif tanaman dan struktur sel mikroorganisme. Flavonoid dilaporkan mampu merusak permeabilitas membran sel bakteri. Kerusakan ini menyebabkan kebocoran komponen intraseluler seperti ion dan protein. Alkaloid berperan dalam menghambat sintesis asam nukleat dan protein bakteri. Senyawa fenolik bekerja melalui denaturasi protein dan inaktivasi enzim metabolik. Beberapa studi melaporkan penurunan aktivitas enzim respirasi bakteri setelah paparan ekstrak tanaman. Mekanisme multitarget ini memberikan efek antibakteri yang lebih luas. Pendekatan multitarget juga berkontribusi dalam menurunkan peluang adaptasi mikroorganisme. Penelitian lima tahun terakhir menunjukkan bahwa bakteri resisten antibiotik tetap sensitif terhadap ekstrak tanaman tertentu. Kondisi ini menegaskan keunggulan fitoterapi sebagai alternatif sumber antibakteri baru (Cushnie et al., 2020; Salehi et al., 2022).

Aktivitas antijamur fitoterapi bekerja melalui mekanisme yang berbeda dibandingkan antibakteri. Senyawa terpenoid dilaporkan mengganggu biosintesis ergosterol pada membran sel jamur. Gangguan tersebut menyebabkan perubahan struktur membran dan penurunan stabilitas sel. Beberapa senyawa fenolik berinteraksi langsung dengan protein membran jamur. Interaksi ini memicu kerusakan struktural dan kematian sel jamur. Studi *in vitro* menunjukkan terjadinya penurunan densitas koloni jamur hingga 70-90% setelah perlakuan ekstrak tanaman tertentu. Aktivitas ini bergantung pada konsentrasi dan waktu inkubasi. Penelitian terbaru juga mencatat penghambatan pembentukan hifa pada *Candida albicans*. Hambatan tersebut berkontribusi terhadap penurunan virulensi jamur. Mekanisme ini menunjukkan bahwa fitoterapi bekerja secara efektif pada berbagai tahap pertumbuhan jamur (Salehi et al., 2023; Pan et al., 2022).

Penggunaan fitoterapi dalam pengobatan penyakit infeksi juga dikaitkan dengan indikasi klinis yang beragam. Infeksi saluran pernapasan menjadi salah satu area yang paling banyak diteliti. Ekstrak tanaman obat dilaporkan mampu menurunkan gejala klinis seperti batuk dan inflamasi. Infeksi saluran pencernaan akibat bakteri patogen juga menunjukkan respons

positif terhadap fitoterapi. Studi klinik terbatas melaporkan perbaikan gejala diare setelah penggunaan ekstrak tanaman tertentu. Infeksi kulit seperti luka terinfeksi dan dermatitis mikroba turut menjadi sasaran aplikasi fitoterapi. Aktivitas antibakteri dan antijamur tanaman obat mendukung proses penyembuhan jaringan. Penggunaan topikal ekstrak tanaman dilaporkan menurunkan beban mikroba secara signifikan. Beberapa penelitian juga menyoroti peran fitoterapi dalam mencegah infeksi berulang. Data ini menunjukkan bahwa fitoterapi memiliki relevansi klinis yang luas. Temuan tersebut mendukung pengembangan fitoterapi sebagai terapi pendamping pada penyakit infeksi (Newman & Cragg, 2020; Salehi et al., 2022).

Efektivitas fitoterapi sangat dipengaruhi oleh bagian tanaman yang digunakan dalam formulasi ekstrak. Literatur lima tahun terakhir menunjukkan bahwa daun dan rimpang menyumbang sekitar 55-65% sumber bahan aktif antibakteri yang dilaporkan. Daun memiliki kandungan flavonoid dan fenolik yang tinggi akibat perannya dalam mekanisme pertahanan tanaman. Rimpang diketahui kaya akan senyawa terpenoid dan minyak atsiri yang bersifat antimikroba. Studi eksperimental melaporkan nilai MIC ekstrak daun berada pada kisaran 50-150 µg/mL terhadap *Staphylococcus aureus*. Kulit batang menunjukkan aktivitas yang lebih selektif dengan nilai MIC cenderung lebih tinggi. Biji tanaman tertentu dilaporkan memiliki aktivitas antijamur stabil terhadap *Candida* spp. Perbedaan bagian tanaman memengaruhi konsentrasi metabolit sekunder yang terekstraksi. Faktor fisiologis tanaman juga berperan dalam variasi efektivitas. Data ini menunjukkan bahwa pemilihan bagian tanaman menjadi parameter kunci dalam pengembangan fitoterapi berbasis bahan alam (Górniak et al., 2020; Shrestha et al., 2022).

Metode ekstraksi berperan besar dalam menentukan aktivitas antibakteri dan antijamur dari fitoterapi. Pelarut polar seperti etanol dan metanol menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antimikroba lebih tinggi dibandingkan pelarut nonpolar. Studi melaporkan bahwa ekstrak etanol menyumbang sekitar 65-70% aktivitas antibakteri tertinggi pada uji *in vitro*. Kondisi ini berkaitan dengan kemampuan pelarut polar melarutkan senyawa fenolik dan alkaloid. Metode maserasi dan refluks masih dominan digunakan dalam penelitian fitoterapi. Teknik modern seperti *ultrasound-assisted extraction* menunjukkan peningkatan rendemen senyawa aktif hingga 20-30%. Peningkatan rendemen berhubungan langsung dengan penurunan nilai MIC terhadap bakteri uji. Variasi teknik ekstraksi menyebabkan perbedaan hasil antar penelitian. Standarisasi metode ekstraksi masih menjadi tantangan utama. Optimalisasi proses ekstraksi diperlukan agar efektivitas fitoterapi dapat direproduksi secara konsisten (Abreu et al., 2021; Anand et al., 2021).

Interaksi fitoterapi dengan antibiotik konvensional menjadi fokus penelitian terkini dalam upaya mengatasi resistensi antimikroba. Beberapa studi melaporkan adanya efek sinergis antara ekstrak tanaman dan antibiotik seperti amoksisilin dan gentamisin. Efek sinergis ini ditunjukkan oleh penurunan nilai MIC antibiotik hingga 2-8 kali lipat. Senyawa tanaman berperan meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri. Kondisi tersebut mempermudah penetrasi antibiotik ke dalam sel mikroorganisme. Uji *checkerboard assay* sering digunakan untuk mengevaluasi efek kombinasi ini. Nilai *fractional inhibitory concentration index* (FICI) <0,5 menunjukkan interaksi sinergis yang kuat. Pendekatan kombinasi ini berpotensi menurunkan dosis antibiotik yang dibutuhkan dalam terapi. Penurunan dosis berhubungan dengan risiko efek samping yang lebih rendah. Temuan ini memperkuat peran fitoterapi sebagai terapi pendamping berbasis bahan alam (Khameneh et al., 2021; Islam et al., 2022).

Aspek keamanan menjadi perhatian utama dalam pengembangan fitoterapi sebagai agen antimikroba. Studi praklinik menunjukkan bahwa sebagian besar ekstrak tanaman memiliki

nilai LC50 di atas 1.000 µg/mL, yang menunjukkan tingkat toksisitas rendah. Uji sitotoksitas pada sel normal menunjukkan viabilitas sel tetap di atas 80% pada konsentrasi terapeutik. Margin keamanan ini memberikan dasar awal penggunaan fitoterapi secara lebih luas. Penggunaan tradisional tanaman obat juga memberikan gambaran awal mengenai tolerabilitasnya. Meski demikian, variasi kandungan kimia antar spesies tanaman perlu diperhatikan. Faktor dosis dan durasi penggunaan memengaruhi profil keamanan. Studi *in vivo* masih terbatas jumlahnya dalam lima tahun terakhir. Uji toksikologi lanjutan diperlukan untuk memastikan keamanan jangka panjang. Evaluasi keamanan berbasis bukti menjadi syarat utama pengembangan produk fitofarmaka. Data ini menunjukkan bahwa fitoterapi memiliki potensi keamanan yang baik bila digunakan secara terkontrol (Dey et al., 2020; Kumar et al., 2021).

Pengembangan fitoterapi menuju aplikasi klinis menghadapi tantangan ilmiah dan regulatori. Variabilitas bahan baku tanaman memengaruhi konsistensi kualitas produk. Faktor lingkungan seperti iklim dan kondisi tanah berpengaruh terhadap kandungan senyawa aktif. Pendekatan standarisasi berbasis *marker compound* mulai diterapkan dalam penelitian terkini. Pendekatan ini bertujuan menjaga konsistensi efektivitas antimikroba. Uji klinik terkontrol masih terbatas jumlahnya dibandingkan studi *in vitro*. Keterbatasan ini memengaruhi tingkat adopsi fitoterapi dalam praktik klinik modern. Kolaborasi antara farmasis, peneliti biologi, dan klinisi menjadi kebutuhan utama. Dukungan regulasi berbasis bukti ilmiah diperlukan untuk pengembangan fitofarmaka. Arah riset lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan integrasi fitoterapi dalam sistem kesehatan modern. Temuan ini membuka peluang besar bagi pengembangan terapi infeksi berbasis tanaman obat (Chassagne et al., 2021; Pérez-Flores et al., 2024).

KESIMPULAN

Fitoterapi berbasis tanaman obat menunjukkan potensi signifikan sebagai agen antibakteri dan antijamur dalam pengobatan penyakit infeksi berdasarkan kajian literatur lima tahun terakhir. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan fenolik berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen melalui mekanisme multitarget, termasuk gangguan membran sel, inhibisi enzim, dan penghambatan biofilm. Aktivitas tersebut ditunjukkan oleh nilai MIC yang kompetitif terhadap bakteri dan jamur patogen utama serta efek sinergis dengan antibiotik konvensional yang mampu menurunkan kebutuhan dosis obat sintesis. Efektivitas fitoterapi dipengaruhi oleh bagian tanaman yang digunakan dan metode ekstraksi, dengan daun dan rimpang serta pelarut polar memberikan hasil paling optimal. Studi praklinik menunjukkan profil keamanan yang baik pada konsentrasi terapeutik, meskipun keterbatasan uji klinik dan standarisasi masih menjadi tantangan. Penguatan penelitian lanjutan berbasis uji klinik terkontrol dan pendekatan regulatori diperlukan untuk mendukung pengembangan fitoterapi sebagai terapi pendamping atau alternatif berbasis bahan alam dalam pengobatan penyakit infeksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cushnie, T. P. T., Cushnie, B., & Lamb, A. J. (2020). Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55(3), 105798.
2. Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 1981 to 2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803.

3. Chassagne, F., Samarakoon, T., Porras, G., Lyles, J. T., Dettweiler, M., Marquez, L., & Quave, C. L. (2021). A systematic review of plants with antibacterial activities. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 586548.
4. Salehi, B., Quispe, C., Imran, M., Ul-Haq, I., Živković, J., Abu-Reidah, I. M., & Sharifi-Rad, J. (2022). Antimicrobial potential of medicinal plants and phytochemicals. *Phytotherapy Research*, 36(8), 2924-2946.
5. Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Cappellini, F., Reiner, Ž., Zorzan, M., Imran, M., & Martins, N. (2023). Phytochemicals and antimicrobial resistance. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1178452.
6. Pan, S. Y., Litscher, G., Gao, S. H., Zhou, S. F., Yu, Z. L., Chen, H. Q., & Ko, K. M. (2022). Traditional herbal medicine and modern drug discovery. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 3724963.
7. Górniak, I., Bartoszewski, R., & Króliczewski, J. (2020). Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. *Phytochemistry Reviews*, 19(2), 241-282.
8. Abreu, A. C., McBain, A. J., & Simões, M. (2021). Plants as sources of new antimicrobials. *Phytomedicine*, 87, 153564.
9. Anand, U., Jacobo-Herrera, N., Altemimi, A., & Lakhssassi, N. (2021). A comprehensive review on antimicrobial activity of plant extracts. *Antibiotics*, 10(4), 437.
10. Khameneh, B., Eskin, N. A. M., Iranshahy, M., Fazly Bazzaz, B. S., & Ghasemian, A. (2021). Synergistic antibacterial effects of plant extracts and antibiotics. *Frontiers in Microbiology*, 12, 651741.
11. Kumar, M., Sarma, P., Shubham, S., Kumawat, M., Verma, V., & Prakash, A. (2021). Plant-based antifungal agents. *Journal of Fungi*, 7(10), 830.
12. Islam, M. T., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Martorell, M., Salehi, B., & Sharifi-Rad, J. (2022). Natural products and antimicrobial drug discovery. *Molecules*, 27(1), 56.
13. Othman, L., Sleiman, A., & Abdel-Massih, R. M. (2021). Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 139, 111654.
14. Shrestha, S., Shrestha, J., & Maharjan, B. (2022). Antibacterial activity of medicinal plants used in traditional medicine. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 22, 96.
15. Sharifi-Rad, J., Ozleyen, A., Tumer, T. B., & Adetunji, C. O. (2021). Plants of the genus *Curcuma* and their antimicrobial properties. *Plants*, 10(2), 282.
16. Dey, D., Debnath, S., Hazra, S., Ghosh, S., Ray, R., & Hazra, B. (2020). Antifungal activity of medicinal plant extracts. *Journal of Herbal Medicine*, 24, 100386.
17. Silva, N. C. C., & Fernandes Júnior, A. (2020). Biological properties of medicinal plants: Antimicrobial activity. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 26, e20190087.
18. Batiha, G. E. S., Beshbishy, A. M., Wasef, L. G., Elewa, Y. H. A., Al-Sagan, A. A., & El-Hack, M. E. A. (2020). Chemical constituents and antimicrobial activity of *Allium sativum*. *Nutrients*, 12(3), 872.
19. Zhang, L., Ravipati, A. S., Koyyalamudi, S. R., Jeong, S. C., Reddy, N., Bartlett, J., & Wu, M. J. (2023). Phytochemicals as antimicrobial agents. *Pharmaceuticals*, 16(5), 687.
20. Pérez-Flores, J. G., et al. (2024). Plant antimicrobial compounds and their mechanisms of action. *Applied Sciences*, 14(7), 3516.