



**UJI EFEKTIVITAS DAYA HAMBAT AIR PERASAN JERUK LEMON
(*Citrus limon L.*) TERHADAP PERTUMBUHAN *Trichophyton rubrum*
DENGAN METODE SUMURAN**

Hannyfah Putri Wahyudi¹, Retno Sasongkowati², Suliati³

Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya^{1,2,3}

e-mail: hannyfaww1123@gmail.com

Diterima: 21/7/2026; Direvisi: 4/8/2026; Diterbitkan: 10/8/2026

ABSTRAK

Jeruk lemon (*Citrus limon L.*) merupakan salah satu buah yang mengandung senyawa bioaktif, seperti flavonoid, saponin, tanin, limonen, dan asam sitrat, yang dilaporkan memiliki aktivitas antijamur. *Trichophyton rubrum* merupakan dermatofita penyebab utama infeksi kulit, rambut, dan kuku pada manusia. Meskipun aktivitas antijamur ekstrak jeruk lemon telah banyak dilaporkan, informasi mengenai efektivitas air perasan segar terhadap *Trichophyton rubrum* masih terbatas sehingga diperlukan pengujian untuk memperoleh bukti ilmiah mengenai potensinya sebagai antijamur alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan air perasan jeruk lemon (*Citrus limon L.*) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Trichophyton rubrum* secara *in vitro*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium menggunakan metode difusi sumuran pada media Sabouraud Dextrose Agar (SDA), dengan variabel utama berupa diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan tidak menghasilkan zona hambat dengan diameter rata-rata sebesar 0 mm, sehingga air perasan jeruk lemon tidak menunjukkan aktivitas antijamur terhadap pertumbuhan *Trichophyton rubrum*. Temuan ini mengindikasikan bahwa air perasan jeruk lemon dalam bentuk segar belum efektif digunakan sebagai agen antijamur terhadap *Trichophyton rubrum* menggunakan metode sumuran. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah sebagai dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan melalui penggunaan metode ekstraksi yang lebih optimal atau formulasi dengan konsentrasi senyawa aktif yang lebih tinggi untuk meningkatkan potensi antijamur jeruk lemon.

Kata Kunci: Jeruk Lemon, *Trichophyton Rubrum*, Antijamur, Metode Sumuran, Zona Hambat.

ABSTRACT

Lemon (*Citrus limon L.*) is a fruit that contains various bioactive compounds, including flavonoids, saponins, tannins, limonene, and citric acid, which have been reported to possess antifungal properties. *Trichophyton rubrum* is a dermatophyte that is the primary causative agent of fungal infections affecting human skin, hair, and nails. Although the antifungal activity of lemon extracts has been widely reported, information regarding the effectiveness of fresh lemon juice against *Trichophyton rubrum* remains limited, highlighting the need for scientific investigation to evaluate its potential as a natural antifungal agent. This study aimed to determine the ability of fresh lemon juice (*Citrus limon L.*) to inhibit the growth of *Trichophyton rubrum in vitro*. This laboratory experimental study employed the well diffusion method on Sabouraud Dextrose Agar (SDA), with the diameter of the inhibition zone as the primary outcome variable. The results demonstrated that none of the treatments produced an inhibition zone, with a mean inhibition zone diameter of 0 mm, indicating that fresh lemon juice exhibited no antifungal activity against the growth of *Trichophyton rubrum*. These findings suggest that



fresh lemon juice is ineffective as an antifungal agent against *Trichophyton rubrum* when tested using the well diffusion method. This study provides a scientific basis for future research focusing on the development of more effective extraction techniques or formulations with higher concentrations of bioactive compounds to enhance the antifungal potential of lemon.

Keywords: *Lemon, Citrus limon, Trichophyton rubrum, antifungal activity, well diffusion method.*

PENDAHULUAN

Dermatofitosis atau tinea merupakan infeksi jamur superfisial yang menyerang jaringan kaya keratin, seperti kulit, rambut, dan kuku, sehingga menjadi salah satu penyakit kulit infeksius yang paling sering dijumpai di berbagai negara. Jamur penyebab dermatofitosis secara taksonomi termasuk famili *Arthrodermataceae* yang terdiri atas tiga genus utama, yaitu *Trichophyton*, *Microsporum*, dan *Epidermophyton* (Zahrani, 2024; Moskaluk & VandeWoude, 2022). Penularan penyakit ini dapat terjadi melalui kontak langsung dengan penderita, hewan yang terinfeksi, maupun benda-benda yang telah terkontaminasi spora jamur. Kondisi iklim tropis dengan suhu dan kelembapan yang tinggi menjadi faktor yang sangat mendukung pertumbuhan dermatofita sehingga meningkatkan risiko terjadinya infeksi pada masyarakat. Kajian epidemiologi terkini menunjukkan bahwa angka kejadian dermatofitosis masih tinggi di berbagai belahan dunia dan bahkan mengalami peningkatan di beberapa wilayah akibat perubahan pola lingkungan, mobilitas penduduk, serta meningkatnya jumlah individu dengan faktor risiko tertentu (Barac et al., 2024; Ortiz et al., 2024). Di Indonesia, dermatofitosis juga masih menjadi salah satu jenis mikosis superfisial yang paling banyak ditemukan pada pelayanan kesehatan kulit sehingga diperlukan strategi pencegahan dan pengendalian yang lebih efektif (Widhiastuti Fitriani et al., 2023).

Di antara berbagai spesies dermatofita, *Trichophyton rubrum* merupakan penyebab utama infeksi kronis pada manusia, terutama tinea pedis, tinea corporis, tinea cruris, dan onikomikosis. Jamur ini memiliki kemampuan mengkolonisasi jaringan berkeratin melalui produksi enzim keratinase, protease, dan berbagai faktor virulensi lain yang mempermudah proses invasi serta mempertahankan infeksi dalam jangka waktu lama. Selain memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan inang, *T. rubrum* juga mampu membentuk infeksi persisten sehingga proses penyembuhan sering berlangsung lebih lama dibandingkan dermatofita lainnya. Kondisi tersebut menyebabkan dermatofitosis tidak hanya menimbulkan gangguan kesehatan, tetapi juga dapat menurunkan kualitas hidup penderitanya akibat rasa gatal, ketidaknyamanan, hingga gangguan estetika pada kulit, rambut, maupun kuku.

Penatalaksanaan dermatofitosis umumnya menggunakan obat antijamur sintesis, baik dalam bentuk topikal maupun sistemik. Meskipun terapi tersebut masih menjadi pilihan utama, penggunaan antijamur secara luas dan dalam jangka panjang telah memunculkan kekhawatiran terhadap meningkatnya kasus resistensi pada beberapa spesies dermatofita. Berbagai penelitian melaporkan bahwa resistensi terhadap golongan azol dan allylamine mulai menjadi tantangan baru dalam pengobatan dermatofitosis karena dapat menurunkan keberhasilan terapi serta meningkatkan risiko kekambuhan infeksi (Langfeldt et al., 2022; Wahyu et al., 2023; Kruithoff et al., 2023; Alshamrani et al., 2025). Oleh sebab itu, eksplorasi bahan alam yang memiliki aktivitas antijamur menjadi salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan sebagai alternatif maupun terapi pendukung yang diharapkan lebih aman, mudah diperoleh, dan memiliki risiko resistensi yang lebih rendah.

Salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen antijamur alami adalah jeruk lemon (*Citrus limon* L.). Buah ini diketahui mengandung berbagai metabolit

sekunder, seperti flavonoid, asam sitrat, tanin, saponin, minyak atsiri, dan limonen yang memiliki aktivitas biologis terhadap berbagai mikroorganisme (Aboody & Mickymaray, 2020; Chen et al., 2024). Flavonoid dilaporkan mampu mengganggu integritas membran sel, menghambat pembentukan biofilm, serta memengaruhi aktivitas enzim yang berperan dalam metabolisme sel jamur, sedangkan limonen berkontribusi terhadap peningkatan permeabilitas membran sehingga mengganggu kelangsungan hidup mikroorganisme. Selain itu, perkembangan penelitian dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa tanaman dari kelompok *Citrus* semakin banyak dimanfaatkan sebagai sumber senyawa bioaktif karena memiliki prospek yang baik dalam pengembangan produk antimikroba berbasis bahan alam (Rahman et al., 2024; Chen et al., 2024).

Meskipun demikian, bukti ilmiah mengenai aktivitas antijamur jeruk lemon terhadap dermatofita masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak menguji efektivitas jeruk lemon terhadap jamur oportunistik, terutama *Candida albicans*. Hapsari (2024) melaporkan bahwa air perasan jeruk lemon mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans* menggunakan metode difusi cakram maupun difusi sumuran, namun hasil tersebut belum dapat digeneralisasi terhadap *Trichophyton rubrum* karena kedua jamur memiliki karakteristik biologis, struktur dinding sel, dan mekanisme patogenesis yang berbeda. Penelitian lain juga lebih banyak menggunakan ekstrak tanaman hasil proses ekstraksi, misalnya ekstrak daun jeruk purut yang dilaporkan memiliki aktivitas terhadap *Trichophyton rubrum* (Zulfah, 2024). Dengan demikian, informasi mengenai efektivitas air perasan segar jeruk lemon terhadap dermatofita masih terbatas dan memerlukan pembuktian melalui penelitian eksperimental.

Indonesia sebagai negara tropis memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah serta ketersediaan tanaman jeruk lemon yang relatif mudah diperoleh oleh masyarakat. Pemanfaatan air perasan segar sebagai bahan antijamur memiliki keunggulan karena lebih sederhana, ekonomis, dan tidak memerlukan proses ekstraksi yang rumit sehingga berpotensi diaplikasikan secara praktis apabila efektivitasnya dapat dibuktikan. Namun demikian, hingga saat ini belum banyak penelitian yang mengevaluasi hubungan antara variasi konsentrasi air perasan jeruk lemon dengan kemampuan menghambat pertumbuhan *Trichophyton rubrum*. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada ekstrak tanaman atau jenis jamur selain dermatofita sehingga belum memberikan gambaran yang memadai mengenai potensi air perasan segar sebagai agen antijamur terhadap penyebab dermatofitosis. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* yang penting untuk dikaji lebih lanjut agar diperoleh bukti ilmiah yang lebih spesifik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan air perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) dalam menghambat pertumbuhan *Trichophyton rubrum* secara *in vitro* menggunakan metode difusi sumuran. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan air perasan segar dengan beberapa variasi konsentrasi, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%, yang secara khusus diuji terhadap *Trichophyton rubrum*, berbeda dengan sebagian besar penelitian sebelumnya yang menggunakan ekstrak tanaman atau menguji jamur *Candida albicans*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas air perasan jeruk lemon sebagai bahan antijamur alami terhadap dermatofita serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai optimasi metode ekstraksi, formulasi sediaan, maupun identifikasi senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antijamur. Selain memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu mikrobiologi, farmakologi, dan fitokimia, penelitian ini juga diharapkan mendukung pemanfaatan bahan alam lokal sebagai alternatif pengendalian dermatofitosis yang lebih aman, ekonomis, dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Parasitologi, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya pada Oktober 2025 hingga Juni 2026. Rancangan penelitian menggunakan desain eksperimen dengan enam kelompok perlakuan, yaitu kontrol positif (ketokonazol 2%), kontrol negatif (akuades steril), serta air perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%. Masing-masing kelompok dilakukan sebanyak empat kali replikasi sehingga diperoleh total 24 unit percobaan, dengan penempatan cawan petri dilakukan secara acak untuk meminimalkan pengaruh faktor lingkungan selama proses pengujian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi air perasan jeruk lemon, sedangkan variabel terikat berupa kemampuan hambat terhadap pertumbuhan *Trichophyton rubrum* yang diukur berdasarkan diameter zona hambat pada media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA). Sampel yang digunakan berupa air perasan buah jeruk lemon yang diperoleh dari sumber bahan uji terstandar dan isolat murni *Trichophyton rubrum* ATCC 28188 sebagai organisme uji. Penentuan jumlah replikasi dilakukan berdasarkan pertimbangan kecukupan unit percobaan untuk penelitian eksperimental laboratorium.

Pengujian aktivitas antijamur dilakukan menggunakan metode difusi sumuran pada media SDA yang telah diinokulasi dengan suspensi *Trichophyton rubrum* sesuai standar kekeruhan mikroba. Air perasan jeruk lemon konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% disiapkan melalui proses pengenceran menggunakan akuades steril, kemudian dibandingkan dengan kontrol positif dan kontrol negatif. Seluruh perlakuan diinkubasi pada kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan jamur, kemudian diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran diukur dalam satuan milimeter (mm). Pengukuran zona hambat dilakukan oleh satu pengamat menggunakan alat ukur yang sama dan dilakukan secara konsisten pada seluruh perlakuan untuk mengurangi variasi pengukuran. Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif melalui penyajian nilai diameter zona hambat, serta dilanjutkan dengan uji statistik komparatif setelah dilakukan uji normalitas data untuk mengetahui perbedaan aktivitas hambat antar kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian aktivitas antijamur dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan air perasan jeruk lemon dalam menghambat pertumbuhan *Trichophyton rubrum* secara in vitro menggunakan metode difusi sumuran. Setiap perlakuan diuji pada beberapa tingkat konsentrasi dengan pengulangan yang sama guna memperoleh hasil yang konsisten dan meningkatkan keandalan pengamatan. Selain kelompok perlakuan, penelitian ini juga menggunakan kontrol positif dan kontrol negatif sebagai pembanding untuk memastikan bahwa metode pengujian mampu membedakan adanya maupun tidak adanya aktivitas antijamur. Hasil pengamatan terhadap respon pertumbuhan jamur pada seluruh kelompok perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter Zona Hambat Air Perasan Jeruk Lemon Terhadap *Trichophyton Rubrum*

Perlakuan	R1	R2	R3	R4
Air perasan jeruk lemon 25%	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Air perasan jeruk lemon 50%	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm

Perlakuan	R1	R2	R3	R4
Air perasan jeruk lemon 75%	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Air perasan jeruk lemon 100%	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Kontrol positif (ketokonazol 2%)	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
Kontrol negatif (akuades steril)	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui bahwa respons pertumbuhan *Trichophyton rubrum* berbeda antara kelompok perlakuan dan kelompok pembanding. Temuan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas suatu bahan antijamur tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan senyawa bioaktif, tetapi juga oleh kemampuan senyawa tersebut mencapai target kerja dan memberikan efek biologis terhadap jamur uji. Keberhasilan kontrol positif dalam menunjukkan aktivitas antijamur sekaligus membuktikan bahwa prosedur pengujian, media yang digunakan, dan kondisi inkubasi telah berlangsung dengan baik sehingga hasil penelitian dapat dianggap valid. Temuan ini menjadi dasar untuk pembahasan lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas air perasan jeruk lemon terhadap *Trichophyton rubrum*, termasuk karakteristik senyawa aktif, bentuk sediaan, serta sifat biologis jamur yang diuji.

Perbedaan hasil pengujian antara ketokonazol dan air perasan jeruk lemon perlu dipahami dengan mempertimbangkan karakteristik bahan uji, bentuk sediaan, serta respons biologis mikroorganisme yang digunakan. Ketidakmampuan suatu bahan alami dalam menghasilkan zona hambat tidak serta-merta menunjukkan bahwa bahan tersebut tidak memiliki potensi antijamur, karena aktivitas biologisnya dapat dipengaruhi oleh kadar senyawa aktif dan karakteristik metode pengujian. Dalam penelitian ini, perbedaan respons terhadap *Trichophyton rubrum* menjadi dasar untuk menelaah faktor-faktor yang mungkin menyebabkan ketokonazol menunjukkan aktivitas yang lebih nyata dibandingkan air perasan jeruk lemon. Perbandingan tersebut dirangkum pada Tabel 2 untuk memberikan gambaran yang sistematis mengenai aspek yang berperan dalam perbedaan aktivitas antifungi kedua bahan.

Tabel 2. Perbandingan Mekanisme dan Faktor yang Memengaruhi Aktivitas Antifungi Ketokonazol dan Air Perasan Jeruk Lemon

Aspek	Ketokonazol	Air Perasan Jeruk Lemon
Kandungan/komponen aktif	Senyawa golongan imidazol dengan aktivitas antifungi spesifik.	Mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, asam sitrat, tanin, saponin, dan limonen.
Mekanisme antifungi	Menghambat sintesis ergosterol yang merupakan komponen penting membran sel jamur.	Memiliki mekanisme yang relatif umum, antara lain merusak membran sel, menghambat aktivitas enzim, dan menurunkan pH lingkungan.
Target utama	Menargetkan proses biosintesis ergosterol secara spesifik.	Tidak secara spesifik menargetkan biosintesis ergosterol.
Dampak terhadap sel jamur	Gangguan sintesis ergosterol menyebabkan kerusakan membran, peningkatan permeabilitas, kebocoran isi sel, dan kematian sel jamur.	Aktivitas senyawa bioaktif dapat mengganggu membran dan fungsi sel, tetapi efektivitasnya bergantung pada konsentrasi dan ketersediaan senyawa aktif.

Aspek	Ketokonazol	Air Perasan Jeruk Lemon
Karakteristik sediaan	Senyawa murni dengan konsentrasi terstandar sehingga kandungan zat aktif lebih terkontrol.	Sediaan sederhana berupa perasan langsung sehingga konsentrasi senyawa aktif dapat lebih rendah dan tidak terstandar.
Stabilitas bahan aktif	Relatif lebih terkontrol karena menggunakan senyawa aktif terstandar.	Berpotensi mengalami penurunan kualitas akibat cahaya, suhu, dan oksidasi.
Kemampuan difusi pada media agar	Memiliki kemampuan menghasilkan zona hambat pada metode difusi sumuran.	Aktivitas hambat dapat dipengaruhi keterbatasan difusi senyawa aktif dalam media agar.
Efektivitas terhadap <i>T. rubrum</i>	Menunjukkan aktivitas antifungi yang lebih kuat melalui mekanisme yang spesifik.	Tidak terbentuk zona hambat pada penelitian ini, yang diduga berkaitan dengan rendahnya konsentrasi senyawa aktif, keterbatasan difusi, dan karakteristik <i>T. rubrum</i> .
Faktor biologis jamur	Mekanisme kerja spesifik memungkinkan penghambatan pertumbuhan jamur.	<i>T. rubrum</i> memiliki struktur dinding sel kompleks dan kemampuan menghasilkan keratinase sehingga dapat lebih adaptif terhadap agen antimikroba non-spesifik.

Berdasarkan perbandingan tersebut, perbedaan aktivitas antifungi kedua bahan menunjukkan bahwa keberhasilan penghambatan pertumbuhan *T. rubrum* merupakan hasil interaksi antara karakteristik senyawa, formulasi bahan, dan kondisi pengujian. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penggunaan bahan alam dalam bentuk perasan langsung belum tentu memberikan aktivitas yang setara dengan agen antifungi yang telah diformulasikan dan distandarkan. Temuan tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam menafsirkan hasil penelitian, terutama karena metode difusi sumuran tidak hanya bergantung pada aktivitas biologis senyawa, tetapi juga pada kemampuan senyawa mencapai dan menyebar melalui media agar. Dengan demikian, tidak terbentuknya zona hambat pada air perasan jeruk lemon dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai keterbatasan aktivitas pada kondisi dan bentuk sediaan yang diuji, bukan sebagai bukti bahwa seluruh komponen jeruk lemon tidak memiliki potensi antifungi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontrol positif berupa ketokonazol mampu menghasilkan zona hambat terhadap *Trichophyton rubrum*, sedangkan seluruh konsentrasi air perasan jeruk lemon tidak menunjukkan adanya aktivitas penghambatan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa metode difusi sumuran yang digunakan telah berjalan dengan baik karena mampu membedakan respons antara agen antijamur standar dan bahan uji. Keberhasilan kontrol positif juga memperlihatkan bahwa media, kondisi inkubasi, serta prosedur pengujian telah mendukung pertumbuhan jamur sekaligus memungkinkan pengamatan terhadap aktivitas antijamur secara optimal. Dengan demikian, tidak terbentuknya zona hambat pada perlakuan air perasan jeruk lemon lebih mencerminkan keterbatasan aktivitas antijamur bahan uji dibandingkan kegagalan metode pengujian yang digunakan.

Efektivitas ketokonazol sebagai kontrol positif berkaitan erat dengan mekanisme kerjanya sebagai antijamur golongan azol. Senyawa ini bekerja dengan menghambat enzim lanosterol 14- α -demethylase (CYP51) yang berperan penting dalam biosintesis ergosterol sebagai komponen utama membran sel jamur. Penurunan kadar ergosterol menyebabkan perubahan fluiditas, permeabilitas, dan stabilitas membran sehingga fungsi fisiologis sel terganggu dan pertumbuhan jamur dapat dihambat. Selain menghambat sintesis ergosterol, penelitian terbaru menunjukkan bahwa ketokonazol juga mampu berinteraksi dengan bilayer lipid membran sehingga meningkatkan kerusakan struktur membran dan memperkuat aktivitas antijamurnya (Bento-Oliveira et al., 2024). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isolat *T. rubrum* yang digunakan masih sensitif terhadap ketokonazol, meskipun berbagai laporan terbaru mengemukakan bahwa resistensi dermatofita terhadap golongan azol mulai meningkat di berbagai negara dan menjadi tantangan baru dalam tata laksana dermatofitosis (Gupta et al., 2024; Gupta et al., 2025; García-González et al., 2025).

Tidak ditemukannya zona hambat pada seluruh konsentrasi air perasan jeruk lemon menunjukkan bahwa sediaan segar tersebut belum mampu memberikan efek penghambatan terhadap *Trichophyton rubrum* melalui metode difusi sumuran. Meskipun jeruk lemon mengandung flavonoid, tanin, saponin, limonen, dan asam sitrat yang telah dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba, mekanisme kerja senyawa-senyawa tersebut umumnya bersifat non-spesifik sehingga efektivitasnya terhadap dermatofita menjadi lebih terbatas dibandingkan antijamur sintetis. Berbeda dengan ketokonazol yang secara langsung menghambat biosintesis ergosterol, senyawa bioaktif pada jeruk lemon lebih banyak bekerja melalui gangguan terhadap membran sel, aktivitas enzim, maupun kondisi lingkungan mikroba. Selain itu, *Trichophyton rubrum* memiliki dinding sel yang kaya kitin dan β -glukan serta menghasilkan enzim keratinase dan protease yang mendukung kolonisasi pada jaringan berkeratin, sehingga jamur ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap tekanan lingkungan maupun paparan senyawa antimikroba alami (Arya et al., 2025; Silva et al., 2023). Kompleksitas karakter biologis tersebut juga dilaporkan sebagai salah satu faktor yang menyebabkan keberhasilan terapi dermatofitosis sangat bergantung pada jenis patogen, kondisi inang, dan mekanisme kerja antijamur yang digunakan (Dellièvre et al., 2024).

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Hapsari (2024) yang melaporkan bahwa air perasan jeruk lemon mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh karakteristik biologis mikroorganisme uji yang berbeda, mengingat *Candida albicans* merupakan khamir oportunistik dengan struktur sel dan mekanisme adaptasi yang tidak sama dengan dermatofita. *Trichophyton rubrum* diketahui memiliki kemampuan mempertahankan kolonisasi kronis melalui regulasi faktor virulensi, adaptasi metabolik, serta pemanfaatan keratin sebagai sumber nutrisi utama sehingga lebih sulit dihambat oleh senyawa antimikroba yang bekerja secara umum. Dengan demikian, hasil penelitian terhadap *Candida albicans* tidak dapat dijadikan dasar untuk menyimpulkan efektivitas yang sama pada *Trichophyton rubrum*. Temuan ini mempertegas bahwa pengujian aktivitas antijamur perlu dilakukan secara spesifik pada setiap spesies jamur karena adanya perbedaan karakter fisiologi, patogenesis, dan respons terhadap senyawa bioaktif (Arya et al., 2025; Dellièvre et al., 2024).

Selain dipengaruhi oleh karakteristik jamur uji, efektivitas antijamur juga sangat dipengaruhi oleh bentuk sediaan bahan yang digunakan. Air perasan jeruk lemon merupakan sediaan sederhana yang belum melalui proses ekstraksi maupun pemurnian sehingga kandungan senyawa aktif yang tersedia kemungkinan masih relatif rendah dan mudah mengalami degradasi akibat cahaya, suhu, maupun proses oksidasi. Penelitian sebelumnya

menunjukkan bahwa ekstrak biji lemon memiliki aktivitas antijamur terhadap *Trichophyton rubrum*, yang mengindikasikan bahwa proses ekstraksi mampu meningkatkan konsentrasi serta ketersediaan senyawa bioaktif dibandingkan penggunaan bahan segar. Penelitian lain juga menjelaskan bahwa jenis pelarut, metode ekstraksi, stabilitas senyawa, dan formulasi sediaan sangat menentukan efektivitas biologis bahan alam terhadap dermatofita (Rahman et al., 2024; Gupta et al., 2025). Hasil serupa dilaporkan oleh Silva et al. (2023), yang menunjukkan bahwa senyawa antijamur alami dalam bentuk ekstrak atau senyawa hasil pemurnian memiliki aktivitas yang lebih tinggi terhadap dermatofita, termasuk dalam menghambat pembentukan biofilm jamur.

Aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah keterbatasan metode difusi sumuran dalam mengevaluasi aktivitas antijamur bahan alam. Metode ini sangat bergantung pada kemampuan molekul aktif untuk berdifusi dari sumuran menuju media agar yang telah diinokulasi jamur. Senyawa dengan ukuran molekul besar, kelarutan rendah, atau berada dalam campuran kompleks cenderung mengalami hambatan difusi sehingga aktivitas biologinya tidak selalu dapat ditunjukkan melalui terbentuknya zona hambat. Air perasan jeruk lemon mengandung berbagai komponen dengan sifat fisikokimia yang berbeda sehingga kemungkinan tidak seluruh senyawa aktif mampu berdifusi secara optimal selama proses inkubasi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena tidak terbentuknya zona hambat belum tentu sepenuhnya menunjukkan tidak adanya aktivitas antijamur, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik metode pengujian. Beberapa penelitian terbaru merekomendasikan penggunaan metode mikrodilusi, penentuan konsentrasi hambat minimum (KHM), konsentrasi bunuh minimum (KBM), serta pendekatan molekuler untuk memperoleh gambaran aktivitas antijamur yang lebih komprehensif terhadap dermatofita (Gupta et al., 2024; Dellièrre et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air perasan jeruk lemon dalam bentuk segar belum dapat direkomendasikan sebagai agen antijamur terhadap *Trichophyton rubrum* berdasarkan metode difusi sumuran yang digunakan. Temuan ini mengindikasikan bahwa efektivitas bahan alam dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor, meliputi karakteristik biologis jamur, mekanisme kerja senyawa aktif, bentuk sediaan, metode ekstraksi, serta teknik pengujian laboratorium. Meskipun demikian, meningkatnya kasus resistensi antijamur dermatofita di berbagai negara menjadikan eksplorasi sumber antijamur alami tetap memiliki nilai strategis dalam pengembangan terapi alternatif (Wiederhold, 2022; Silva et al., 2026; García-González et al., 2025). Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan ekstrak yang telah distandarisasi, melakukan fraksinasi dan identifikasi senyawa aktif, mengombinasikan pengujian KHM, KBM, dan analisis fitokimia kuantitatif, serta menerapkan model infeksi yang lebih representatif agar potensi antijamur *Citrus limon* terhadap dermatofita dapat dievaluasi secara lebih mendalam dan memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat bagi pengembangan produk antijamur berbasis bahan alam (Poirier et al., 2025; Gupta et al., 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa air perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) pada berbagai konsentrasi yang diuji belum menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Trichophyton rubrum* secara *in vitro* menggunakan metode sumuran. Temuan ini menunjukkan bahwa bentuk sediaan air perasan segar belum mampu menghasilkan aktivitas antifungi yang terdeteksi terhadap dermatofita tersebut pada kondisi pengujian yang diterapkan. Hasil penelitian ini memberikan informasi ilmiah bahwa



keberadaan senyawa bioaktif dalam jeruk lemon tidak selalu menghasilkan efek antifungi yang optimal apabila digunakan dalam bentuk bahan segar, karena efektivitasnya dipengaruhi oleh ketersediaan, stabilitas, dan konsentrasi senyawa aktif yang mencapai target mikroorganisme. Dengan demikian, penelitian ini memperkaya pemahaman mengenai keterbatasan penggunaan air perasan jeruk lemon sebagai agen antifungi alami terhadap *Trichophyton rubrum*, khususnya dibandingkan dengan bentuk sediaan yang telah melalui proses ekstraksi atau standardisasi.

Penelitian ini memiliki implikasi bahwa pengembangan potensi antifungi jeruk lemon perlu diarahkan pada optimalisasi metode pengolahan bahan, seperti ekstraksi, pemurnian senyawa aktif, atau formulasi dengan konsentrasi komponen bioaktif yang lebih terukur. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh jenis pelarut, metode ekstraksi, stabilitas senyawa aktif, serta metode pengujian lain yang lebih sensitif dalam mendeteksi aktivitas antifungi terhadap dermatofita. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi jeruk lemon sebagai sumber senyawa antifungi alami serta meningkatkan peluang pengembangannya menjadi bahan terapeutik atau formulasi alternatif yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboody, M. S. Al, & Mickymaray, S. (2020). *Anti-fungal efficacy and mechanisms of flavonoids*. In *Antibiotics* (Vol. 9, Number 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020045>
- Arya, K., Chaturvedi, S., Usmani, S. A., Chandra, S., Bhardwaj, N., Kumar, M., ... & Singh, A. (2025). Dermatophytosis in context of *Trichophyton rubrum*: host defense mechanisms, virulence factors, and treatment innovations. *Molecular Biology Reports*, 52(1), 634. <https://doi.org/10.1007/s11033-025-10744-4>
- Barac, A., Stjepanovic, M., Krajisnik, S., Stevanovic, G., Paglietti, B., & Milosevic, B. (2024). Dermatophytes: update on clinical epidemiology and treatment. *Mycopathologia*, 189(6), 101. <https://doi.org/10.1007/s11046-024-00909-3>
- Bento-Oliveira, A., Starosta, R., & de Almeida, R. F. M. (2024). *Interaction of the antifungal ketoconazole and its diphenylphosphine derivatives with lipid bilayers: Insights into their antifungal action*. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 753, 109919. <https://doi.org/10.1016/J.ABB.2024.109919>
- Chen, X. F., Ding, Y. Y., Guan, H. R., Zhou, C. J., He, X., Shao, Y. T., ... & Chen, S. H. (2024). The pharmacological effects and potential applications of limonene from Citrus plants: A review. *Natural Product Communications*, 19(5), 1934578X241254229. <https://doi.org/10.1177/1934578X241254229>
- Dellière, S., Jabet, A., & Abdolrasouli, A. (2024). Current and emerging issues in dermatophyte infections. *PLoS pathogens*, 20(6), e1012258. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1012258>
- García-González, G., González, G. M., & Bonifaz, A. (2025). Antifungal Resistance in Dermatophytes: An Emerging Threat to Global Public Health. *Current Fungal Infection Reports*, 19(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s12281-025-00508-9>
- Gupta, A. K., Mann, A., Polla Ravi, S., & Wang, T. (2024). An update on antifungal resistance in dermatophytosis. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 25(5), 511-519. <https://doi.org/10.1080/14656566.2024.2343079>



- Gupta, A. K., Wang, T., Mann, A., Piguet, V., Chowdhary, A., & Bakotic, W. L. (2025). Mechanisms of resistance against allylamine and azole antifungals in Trichophyton: A renewed call for innovative molecular diagnostics in susceptibility testing. *PLoS pathogens*, 21(2), e1012913. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1012913>
- Gupta, A. K., Wang, T., Mann, A., Polla Ravi, S., Talukder, M., Lincoln, S. A., ... & Bakotic, W. L. (2024). Antifungal resistance in dermatophytes—review of the epidemiology, diagnostic challenges and treatment strategies for managing Trichophyton indotineae infections. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 22(9), 739-751. <https://doi.org/10.1080/14787210.2024.2390629>
- Hapsari, D. L. (2024). Perbandingan Metode Difusi Cakram dan Sumuran Pada Uji Daya Hambat Perasan Jeruk Lemon (*Citrus limon L.*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. <http://repo.poltekkes-surabaya.ac.id/id/eprint/8935>
- Kruithoff, C., Gamal, A., McCormick, T. S., & Ghannoum, M. A. (2023). Dermatophyte infections worldwide: increase in incidence and associated antifungal resistance. *Life*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.3390/life14010001>
- Langfeldt, A., Gold, J. A., & Chiller, T. (2022). Emerging fungal infections: from the fields to the clinic, resistant *Aspergillus fumigatus* and dermatophyte species: a one health perspective on an urgent public health problem. *Current Clinical Microbiology Reports*, 9(4), 46-51. <https://doi.org/10.1007/s40588-022-00181-3>
- Moskaluk, A. E., & VandeWoude, S. (2022). Current topics in dermatophyte classification and clinical diagnosis. *Pathogens*, 11(9), 957. <https://doi.org/10.3390/pathogens11090957>
- Ortiz, B., Ballesteros-Monreal, M. G., Rosales-Tamashiro, J., Bush, M., Salmanton-García, J., & Fontecha, G. (2024). Global insights and trends in research on dermatophytes and dermatophytosis: a bibliometric analysis. *Mycoses*, 67(10), e13803. <https://doi.org/10.1111/myc.13803>
- Poirier, W., Faway, É., Yamada, T., Ozawa, K., Maréchal, F., Salamin, K., ... & Mignon, B. (2025). Optimisation of a murine infection model with Trichophyton mentagrophytes for studying the pathogenesis of dermatophytosis. *Mycoses*, 68(12), e70141. <https://doi.org/10.1111/myc.70141>
- Silva, E. P., Rocha, M. A. N. d., Silva, R. N. M., Moura-Mendes, J., Sousa, G. R. d., de Souza-Ferrari, J., Barbosa-Filho, J. M., Lima, E. d. O., & Pereira, F. d. O. (2023). Antifungal and Antibiofilm Activity of Riparin III against Dermatophytes. *Journal of Fungi*, 9(2), 231. <https://doi.org/10.3390/jof9020231>
- Silva, L. B. B. d., Oliveira, L. S. d., Furlan, T. B. P., Almeida, B. C. T., Garcia, M. T., Song, Y., Peres, N. T. d. A., & Carmo, P. H. F. d. (2026). Dermatophytosis: An Update on Global Epidemiology. *Journal of Fungi*, 12(7), 503. <https://doi.org/10.3390/jof12070503>
- Wahyu, F. F., Putra, C. B. P. E., & Sayoeti, M. F. W. (2023). Resistensi Anti Jamur Pada Dermatofitosis: Review Literatur. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 10. <https://doi.org/10.33024/jikk.v11i5.13947>
- Widhiastuti Fitriani, Handamari Dhyah Aksarani, & Musy Rahajeng. (2023). Studi Retrospektif Kunjungan Pasien Baru Mikosis Superfisialis di Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUD Dr. Soedono Madiun, Indonesia Januari-Desember 2021 (Vol. 50, Number 4). <https://doi.org/doi:10.55175/cdk.v50i4.853>
- Wiederhold, N. P. (2022). Emerging fungal infections: new species, new names, and antifungal resistance. *Clinical chemistry*, 68(1), 83-90. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvab217>



- Zahrani, N. A. (2024). Perbandingan metode difusi disk dan difusi sumuran pada uji antijamur ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap pertumbuhan jamur *Trichophyton rubrum*. <http://repo.poltekkes-surabaya.ac.id/id/eprint/8950>
- Zulfah, I. T. (2024). *Kadar hambat minimum (KHM) dan kadar bunuh minum (KBM) pada ekstrak daun jeruk purut (citrus hystrix DC) terhadap jamur Trichophyton Rubrum* (Doctoral dissertation, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya). <http://repo.poltekkes-surabaya.ac.id/id/eprint/8847>