

## **Ekoenzim dari Kulit Nanas: Larutan Kumur Antijamur yang Efektif terhadap *Candida albicans***

**Monica Ahmad Faradillah\*, Amelia Luluk Sugiarti, Monyca Mega Emmalya, Risma Anandawati, Ahmad Raihan Alief Firoz**

*Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Indonesia*

*\*[monicafaradillah28@gmail.com](mailto:monicafaradillah28@gmail.com)*

Diterima: 19 Agustus 2025 | Disetujui: 06 Februari 2026

### **ABSTRAK**

*Studi ini mengeksplorasi potensi antifungal alami sebagai solusi berkelanjutan untuk mengatasi masalah resistensi *Candida albicans* dan efek samping antiseptik kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antifungal obat kumur berbasis ekoenzim kulit nanas yang dikombinasikan dengan ekstrak peppermint terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Metode penelitian yang digunakan adalah Eksperimental Laboratorium (In Vitro Study). Uji aktivitas antifungal dilakukan dengan metode Minimum Inhibitory Concentration (MIC) dan Minimum Fungicidal Concentration (MFC) terhadap *C. albicans*. Evaluasi MIC terhadap *C. albicans* diuji melalui teknik mikrodilusi menggunakan media Tryptic Soy Broth (TSB) dengan metode pengenceran bertingkat. MFC ditentukan dengan menanam ulang sampel larutan jernih dari uji MIC ke dalam plate Malt Extract Agar (MEA). Plate tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketiga kelompok uji, adanya peningkatan konsentrasi (0,39–100%) menunjukkan peningkatan daya hambat terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Efek penghambatan maksimal tampak signifikan pada rentang konsentrasi 50–100%. Kombinasi ekoenzim kulit nanas dan ekstrak peppermint pada konsentrasi 100% efektif mengeliminasi *C. albicans* dan memiliki karakteristik organoleptik yang baik untuk aplikasi obat kumur. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi ekoenzim tersebut berpotensi kuat sebagai kandidat bahan obat kumur antifungal yang sangat efektif.*

**Kata Kunci:** *Candida albicans*, MEA, MFC, MIC, TSB

### **Eco-enzyme from Pineapple Peels: A Potent Antifungal Mouthwash Against *Candida albicans***

#### **ABSTRACT**

*This study explores the potential of natural antifungals as a sustainable solution to overcome *Candida albicans* resistance and the side effects of chemical antiseptics. This study aims to determine the antifungal activity of pineapple peel eco-enzyme-based mouthwash combined with peppermint extract against the growth of *C. albicans*. The research method used was a laboratory experimental (in vitro) study. Antifungal activity testing was performed using the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Fungicidal Concentration (MFC) methods against *C. albicans*. MIC against *C. albicans* was evaluated using the microdilution technique in Tryptic Soy Broth (TSB) medium with*

*stepwise dilutions. The MFC was determined by subculturing clear solution samples from the MIC test onto Malt Extract Agar (MEA) plates. The plates were incubated at 37°C for 48 hours. The results showed that across all three test groups, increasing concentrations (0.39–100%) corresponded to an enhanced inhibitory effect on the growth of C. albicans. The maximum inhibitory effect was observed in the concentration range of 50–100%. The combination of pineapple peel eco-enzyme and peppermint extract at a concentration of 100% effectively eliminated C. albicans and demonstrated favorable organoleptic characteristics for mouthwash applications. These findings indicate that the eco-enzyme combination has considerable potential as a candidate ingredient for an effective antifungal mouthwash.*

**Keywords:** *Candida albicans*, MEA, MFC, MIC, TSB

## PENDAHULUAN

Kandidiasis oral merupakan infeksi oportunistik yang prevalensinya cukup tinggi di dalam rongga mulut. Penyakit ini disebabkan oleh *Candida albicans*, yang bertransformasi dari flora normal menjadi patogen ketika terdapat faktor predisposisi yang mengganggu keseimbangan mikrobiota mulut (Patel, 2022; Suprayogi *et al.*, 2022; Tamai & Kiyoura, 2025; Tkaczyk *et al.*, 2025; Vila *et al.*, 2020). Gangguan ini umumnya dipicu oleh faktor sistemik seperti HIV/AIDS dan diabetes melitus, serta penggunaan medikasi jangka panjang seperti antibiotik dan immunosupresan (Halima *et al.*, 2020). Secara klinis, infeksi ini bermanifestasi sebagai sensasi terbakar, eritema, pseudomembran putih, hingga perdarahan mukosa yang jika diabaikan dapat memicu komplikasi sistemik (Vila *et al.*, 2020). Meskipun efektif, penggunaan antifungal konvensional dalam jangka panjang seringkali terkendala oleh risiko toksisitas, interaksi obat, dan munculnya peningkatan resistensi galur jamur (Li *et al.*, 2025; Pappas *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2025; Vitiello *et al.*, 2023).

Obat kumur (*mouthwash*) merupakan salah satu modalitas pencegahan dan terapi kandidiasis oral bertujuan untuk menekan populasi mikroorganisme patogen (Korbecka-Paczowska & Karpiński, 2024; Maziere *et al.*, 2024; Suprayogi *et al.*, 2022). Meski demikian, sediaan antiseptik yang bersifat non-selektif berisiko merusak stabilitas mikroflora mulut, yang pada akhirnya dapat memicu infeksi jamur sekunder (Arun & Sivashanmugam, 2015). Kondisi ini mendorong pentingnya inovasi produk berbahan dasar alami yang lebih biokompatibel, seperti ekoenzim. Ekoenzim yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik mengandung berbagai asam organik fungsional, di antaranya asam asetat, laktat, dan sitrat, yang terbukti memiliki daya hambat kuat terhadap patogen bakteri dan jamur (Julianto *et al.*, 2022; Julinar *et al.*, 2025; Triyatdipa *et al.*, 2025).

Pemanfaatan kulit nanas (*Ananas comosus*) sebagai bahan baku ekoenzim memberikan nilai tambah yang signifikan, baik dari aspek fungsional maupun keberlanjutan lingkungan. Secara biokimia, kulit nanas mengandung enzim bromelin yang memiliki bioaktivitas luas, termasuk sifat antimikroba dan anti-inflamasi yang efektif dalam menghambat patogen oral (Antonius *et al.*, 2025; Pratama *et al.*, 2025). Ditegaskan oleh Ramadani *et al.* (2022), Base *et al.* (2023) dan Irmawan *et al.* (2025) bahwa ekoenzim mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, steroid, dan enzim bromelin yang memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan antioksidan. Integrasi kulit nanas ini ke dalam formulasi obat kumur dan penambahan ekstrak *peppermint* dari tanaman *Mentha piperita* tidak hanya menawarkan solusi terapeutik alami, tetapi juga mendukung prinsip *sustainability* melalui strategi *zero-waste* dengan mentransformasi residu organik menjadi produk kesehatan bernilai tinggi. Hal ini dikarenakan tanaman *Mentha piperita* mengandung senyawa seperti mentol, menton, limonen, pinen, dan flavonoid yang berfungsi sebagai antibakteri, antijamur, dan antiseptik (Hudz *et al.*, 2023; Jeffrey *et al.*, 2024; Puvača *et al.*, 2021).

Pemanfaatan ekoenzim dalam sediaan obat kumur yang diperkaya *peppermint* masih menjadi area penelitian yang terbatas, di tengah pesatnya studi ekoenzim pada bidang lain. Kurangnya literatur mengenai penggabungan kulit nanas dan *peppermint* dalam satu sistem penghantaran obat oral menjadi dasar urgensi penelitian ini. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan formula obat kumur inovatif yang tidak hanya memanfaatkan limbah organik secara berkelanjutan, tetapi juga mengoptimalkan interaksi komponen aktifnya dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans* secara efektif.

Penelitian ini memperkenalkan konsep *circular economy* ke dalam rumpun ilmu medis karena kulit nanas tidak hanya memiliki nilai ekologis, tetapi memiliki nilai farmakologis tinggi yang dapat diolah menjadi sediaan farmasi standar. Selain itu, diharapkan riset ini juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan farmasi berkelanjutan dengan mengintegrasikan bioteknologi ekoenzim ke dalam terapi oral, sekaligus menawarkan strategi inovatif dalam mengatasi resistensi *C. albicans* melalui pemanfaatan bahan alam yang biokompatibel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antifungal obat kumur berbasis ekoenzim kulit nanas yang dikombinasikan dengan ekstrak *peppermint* terhadap pertumbuhan *C. albicans*.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan dengan lokasi penelitian di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, FMIPA-Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Metode penelitian menggunakan Eksperimental Laboratorium (*in vitro study*). Uji aktivitas antifungal dilakukan dengan metode *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Fungicidal Concentration* (MFC) terhadap *Candida albicans* (Lass-Flörl & Lackner, 2023).

### Alat dan Bahan

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi botol kaca, gunting, cutter, buku catatan, timbangan digital, timbangan analitik, pengaduk kaca, *bolpoin*, penggaris, *vortex mixer*, tabung reaksi, gelas beaker, gelas ukur, loop inokulasi, bunsen, inkubator, autoklaf, cawan petri, botol kultur, *erlenmeyer*, korek api, corong, pH meter, spektrofotometer, kompartemen, plastik, pipet ukur, spuit 25 cc, bola hisap, mikro pipet, dan APD (jas lab, *handscoon*, masker). Bahan yang digunakan mencakup kulit nanas, daun *peppermint*, kultur jamur *C. albicans*, molase, kertas coklat, kertas cakram, etanol 70%, media kultur MEA, media kultur TSB, air mineral, air suling steril, gliserin, larutan penyangga (PBS), garam dapur, botol kemasan, plastik *wrapping*, *yeast extract peptone*, dan glukosa/dextrose.

### Cara Kerja

#### *Pembuatan Ekoenzim dari Kulit Nanas*

Kulit nanas yang telah dipotong dicampur dengan molase dan air dalam perbandingan 1:3:10 yaitu 1 kg kulit nanas, 3 liter molase, dan 10 liter *aquadest* atau air suling, kemudian difermentasi selama 2 (dua) bulan dalam wadah tertutup pada suhu kamar (Cahyani *et al.*, 2024). Setelah fermentasi selesai, campuran disaring untuk mendapatkan filtrat ekoenzim yang bersih.

#### *Ekstraksi Minyak Esensial Daun Peppermint*

Ekstraksi minyak esensial daun *peppermint* dilakukan menggunakan metode *soxhletasi* dan destilasi (Aziz *et al.*, 2024). Sebanyak 30 g daun *peppermint* yang telah dicuci diekstraksi menggunakan pelarut etanol 20% sebanyak 250 mL dengan metode *soxhletasi* selama 1,5 jam dalam tiga siklus. Hasil ekstraksi diperoleh sebanyak 140 mL kemudian didestilasi untuk memisahkan pelarut dan ekstrak. Proses destilasi menggunakan etanol 20% sebanyak 150 mL pada suhu 78–80°C selama 1,5 jam, sehingga diperoleh ekstrak *peppermint* sebanyak 95 mL. Minyak esensial yang dihasilkan selanjutnya dikombinasikan dengan ekoenzim dengan perbandingan 200 mL ekoenzim dan tiga tetes ekstrak *peppermint* untuk formulasi obat kumur.

#### *Uji Aktivitas Antifungal dan Uji Organoleptik*

Uji aktivitas antifungal terhadap *C. albicans* dilakukan dengan metode MIC dan MFC. Berbeda dengan metode MFC yang menentukan daya bunuh, dalam uji aktivitas antifungal metode MIC bertujuan untuk menentukan konsentrasi terendah dari obat kumur yang masih mampu menghambat pertumbuhan visual *C. albicans*. Prinsip MIC adalah menciptakan seri pengenceran (*serial dilution*) dari

obat kumur (*mouthwash*) dalam media cair *Tryptic Soy Broth* (TSB) yang telah diinokulasi jamur. Hal ini dimaksudkan untuk mencari titik konsentrasi terkecil dengan media yang tetap jernih (tidak keruh) (Korbecka-Paczkowska & Karpiński, 2024; R., 2022).

Evaluasi MIC terhadap *C. albicans* diuji melalui teknik mikrodilusi menggunakan media *Tryptic Soy Broth* (TSB) dengan metode pengenceran bertingkat. Suspensi jamur yang telah distandardisasi dengan skala McFarland 0,5 dimasukkan ke dalam media TSB yang mengandung berbagai konsentrasi sampel *mouthwash*, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas penghambatan ditentukan secara kuantitatif melalui pengukuran densitas optik menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm, dengan catatan nilai MIC didefinisikan sebagai konsentrasi terkecil yang mampu menekan pertumbuhan jamur secara signifikan dibandingkan kontrol (Hamzah *et al.*, 2024; Korbecka-Paczkowska & Karpiński, 2024; Sugiaman *et al.*, 2024).

MFC didefinisikan sebagai konsentrasi terendah dari agen antifungal yang tidak menunjukkan pertumbuhan koloni jamur sama sekali pada media agar setelah masa inkubasi. Prinsip dasarnya adalah melakukan *sub-culture* (pemiakan ulang) dari hasil uji dilusi yang tidak menunjukkan pertumbuhan jamur secara visual ke dalam media agar padat yang baru. MFC ditentukan dengan menanam ulang sampel larutan jernih dari uji MIC ke dalam plate *Malt Extract Agar* (MEA). Plate tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Costa *et al.*, 2024; Franconi & Lupetti, 2023; Palma *et al.*, 2024). Nilai MFC ditentukan berdasarkan konsentrasi paling minimal dari kombinasi ekoenzim dan *peppermint* yang menunjukkan aktivitas fungisidal absolut, ditandai dengan tidak adanya unit pembentuk koloni *C. albicans* yang teramati pada permukaan media agar (R., 2022).

Pelaksanaan uji organoleptik dilakukan untuk menilai karakteristik warna, aroma, dan rasa dari obat kumur yang dihasilkan (Basir *et al.*, 2023). Uji akseptabilitas dilakukan melalui evaluasi sensoris oleh 20 panelis tidak terlatih (awam) yang dipilih menggunakan metode *purposive sampling*. Kriteria inklusi panelis meliputi masyarakat umum usia produktif (18 hingga 25 tahun) dengan latar belakang berstatus mahasiswa, tidak memiliki riwayat gangguan penciuman dan pengecap, tidak sedang mengalami gangguan kesehatan mulut, terdiri atas laki-laki dan perempuan. Penilaian terhadap karakteristik organoleptik sediaan diukur menggunakan skala *Likert* untuk menilai tingkat persepsi, sikap, dan preferensi panelis secara objektif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan mendesak akan antifungal alami muncul sebagai respons atas semakin kuatnya resistensi *Candida albicans* terhadap pengobatan konvensional. Melalui eksplorasi sediaan alami yang ramah terhadap jaringan mulut, penelitian ini berusaha memberikan solusi alternatif yang mampu menyeimbangkan kebutuhan terapeutik dengan minimalisasi efek samping dari produk kimia sintesis. Berikut disajikan hasil uji MIC dengan berbagai konsentrasi dari obat kumur berbahan dasar ekoenzim dan *peppermint* terhadap pertumbuhan *C. albicans* (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji MIC obat kumur berbahan dasar ekoenzim dan *peppermint* terhadap pertumbuhan *C. albicans* berdasarkan nilai absorbansi

No.	Konsentrasi (%)	Ekstrak <i>Peppermint</i>	Ekoenzim	Ekoenzim & Ekstrak <i>Peppermint</i>
1.	0,39	0,743	0,750	0,748
2.	0,78	0,601	0,605	0,600
3.	1,56	0,493	0,498	0,495
4.	3,125	0,372	0,368	0,370
5.	6,25	0,255	0,250	0,253
6.	12,5	0,130	0,135	0,132
7.	25	0,063	0,065	0,064
8.	50	0,010	0,012	0,011
9.	100	0,000	0,000	0,000
K+	+	+	+	+
K-	-	-	-	-

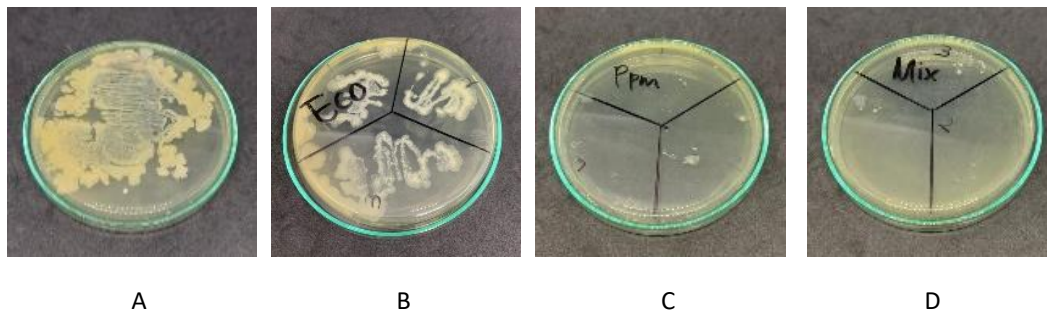
Keterangan:

- K+ adalah kontrol positif yaitu perlakuan dengan zat yang sudah diketahui pasti efektif membunuh atau menghambat jamur *C. albicans*, pada riset ini menggunakan obat antifungal Chlorhexidine.
- K- adalah kontrol negatif yaitu perlakuan yang sama sekali tidak diberikan zat aktif biasanya hanya menggunakan aquades.
- + adalah apabila K+ menunjukkan hasil positif (+), berarti metode uji bekerja dengan benar. Tujuannya sebagai standar efikasi maksimal.
- - adalah apabila K- menunjukkan hasil negatif (-), berarti jamur tetap hidup tanpa intervensi. Tujuannya untuk memastikan bahwa pelarut atau kondisi lingkungan penelitian tidak membunuh jamur.

Tabel 1 menggambarkan bahwa seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari 0,39% ke 100% maka nilai absorbansinya semakin menurun untuk tiga kelompok uji yaitu ekstrak *peppermint*, ekoenzim, serta kombinasi *peppermint* dan ekoenzim. Hal ini menunjukkan adanya *concentration-dependent* artinya semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka semakin kuat daya hambatnya terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Kondisi ini ada kemiripan dengan riset yang dilakukan oleh Soelama *et al.* (2015) pada ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*.

Pada konsentrasi 100% menunjukkan nilai absorbansi 0,000 di semua kelompok uji, artinya pada tingkatan ini pertumbuhan *C. albicans* dinyatakan terhambat total. Namun, jika dicermati dengan teliti pada Tabel 1 tersebut juga menunjukkan adanya lompatan drastis di konsentrasi 50% ke 100%. Kondisi ini, mengindikasikan adanya daya hambat maksimal mulai terlihat sangat signifikan di tiga kelompok uji, yaitu 0,010 untuk ekstrak *peppermint*, sebanyak 0,012 untuk ekoenzim, dan 0,011 untuk kombinasi keduanya. Kondisi ini menunjukkan bahwa, pada konsentrasi 50% merupakan ambang konsentrasi kritis senyawa antifungal terhadap *C. albicans*, meskipun belum cukup untuk dapat merusak membran sel jamur secara total maupun mengganggu metabolisme esensial fungsi secara menyeluruh. Begitu pula jika dibandingkan di antara dua kelompok uji khususnya pada konsentrasi 0,78%, tampak perolehan nilai kombinasi *peppermint* dan ekoenzim (0,600) sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ekoenzim saja (0,605). Meskipun tidak terpaut jauh nilainya, namun ini merupakan indikasi adanya potensi efek sinergi antara bromelin dari nanas dan mentol dari *peppermint*. Ini berarti, sinergisme antara senyawa aktif dalam ekoenzim kulit nanas dan ekstrak *peppermint* mampu merusak struktur sel jamur. Enzim bromelin yang terkandung dalam ekoenzim kulit nanas mampu melunakkan struktur pertahanan jamur dengan cara mengurai komponen utama dinding selnya. Keberadaan enzim ini memecah rantai kitin dan glukukan pada *C. albicans*, yang memicu hilangnya kekokohan struktural sel tersebut (Banda-Flores *et al.*, 2025; Ibe & Munro, 2021). Menurut Mafakheri & Mirghazanfari (2018) dan Vakili-Ghartavol *et al.* (2022), kandungan mentol mampu mengganggu stabilitas membran sitoplasma jamur karena karakteristiknya yang mudah larut dalam lemak. Penetrasi mentol tersebut merusak susunan lipid membran (peroksidasi lipid), mengakibatkan kebocoran komponen vital di dalam sel hingga jamur kehilangan kemampuan untuk bertahan hidup. Selain mekanisme enzimatik, pH rendah pada ekoenzim turut berperan dalam menekan virulensi *C. albicans* dengan cara mengganggu kestabilan regulasi pH internal yang diperlukan untuk metabolisme seluler jamur (Devi & Stiadi, 2025; Mayer *et al.*, 2013). Lingkungan yang asam ini menjadi faktor tambahan yang memperkuat efektivitas antifungal pada obat kumur.

Penentuan nilai MFC dengan cara mengidentifikasi konsentrasi paling minimal dari sinergi antara ekoenzim dan ekstrak *peppermint* yang tidak menunjukkan adanya pertumbuhan koloni jamur pasca-inkubasi, sehingga mencerminkan efikasi fungisidal yang menyeluruh. Hasil uji MFC secara *in vitro* terhadap antifungal *C. albicans* terhadap 3 (tiga) kelompok uji disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan *C. albicans* pada empat kelompok uji: A. Kontrol (tanpa penambahan ekoenzim dan ekstrak *peppermint*, B. Penambahan ekoenzim, C. Penambahan ekstrak *peppermint*, D. Penambahan ekoenzim dan ekstrak *peppermint*

Gambar 1A menunjukkan adanya pertumbuhan koloni *C. albicans* yang sangat padat di seluruh permukaan media agar. Kondisi ini menegaskan bahwa tanpa kontribusi agen antifungal dari ekoenzim maupun *peppermint*, fungi dapat berkembang biak secara optimal. Pada penambahan ekoenzim (Gambar 1B) dan ekstrak *peppermint* (Gambar 1C), menunjukkan telah terjadi pengurangan jumlah koloni dibandingkan kelompok kontrol (Gambar 1A). Pada kondisi ini, meskipun pertumbuhan jamur sudah memperlihatkan mulai adanya hambatan, namun masih ditemukan beberapa unit pembentuk koloni (*Colony Forming Units/CFU*) yang tumbuh berkembang di permukaan agar. Hal ini mengindikasikan bahwa sediaan tunggal pada konsentrasi tersebut kemungkinan hanya bersifat fungistatik (menghambat pertumbuhan) tetapi belum mencapai ambang fungisida total (membunuh).

Hasil yang sangat signifikan terlihat pada Gambar 1D pada konsentrasi 100%, cawan petri menunjukkan kondisi yang bersih atau jernih tanpa adanya pertumbuhan koloni sama sekali. Kondisi bebas koloni ini merupakan representasi dari aktivitas fungisidal absolut. Perbedaan yang sangat signifikan antara Gambar 1D dengan 1B dan 1C membuktikan adanya efek sinergi yang kuat antara enzim bromelin dari ekoenzim dan mentol dari *peppermint*. Kombinasi tersebut mampu merusak integritas dinding sel sekaligus menyebabkan kebocoran membran sitoplasma secara lebih masif dibandingkan saat bahan tersebut bekerja sendiri-sendiri.

Secara keseluruhan dinyatakan bahwa nilai MFC yang dicapai pada kelompok kombinasi (Gambar 1D) membuktikan bahwa formulasi ini tidak hanya menghambat pertumbuhan, tetapi mampu mengeliminasi seluruh populasi jamur *C. albicans* yang diuji. Hal ini memperkuat potensi kombinasi ekoenzim kulit nenas dan ekstrak *peppermint* sebagai kandidat bahan obat kumur antifungal yang sangat efektif.

Pengujian organoleptik menjadi aspek krusial dalam memastikan penerimaan pengguna terhadap sediaan obat kumur, karena keberhasilan terapi antifungal sangat dipengaruhi oleh kepatuhan penggunaan, yang dapat menurun apabila produk memiliki rasa atau aroma yang tidak menyenangkan. Mengingat ekoenzim memiliki aroma fermentasi yang tajam, uji ini membuktikan peran ekstrak *peppermint* dalam memperbaiki rasa dan aroma sediaan agar lebih segar. Dengan demikian, evaluasi warna, bau, dan rasa berfungsi sebagai indikator kualitas fisik sekaligus penentu kelayakan praktis produk sebelum diaplikasikan kepada masyarakat. Hasil uji akseptabilitas melalui evaluasi sensoris terhadap 20 panelis menunjukkan beragam tanggapan dalam menilai karakteristik organoleptik rasa, aroma, dan warna obat kumur yang berasal dari kombinasi ekoenzim kulit nenas dan ekstrak *peppermint*. Secara rinci disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji akseptabilitas melalui evaluasi sensoris terhadap 20 panelis terhadap sediaan obat kumur

No	Warna	Rasa	Aroma	Penjelasan
1	4	5	4	Warna menarik, rasa asam dan segar menthol, aroma segar.
2	5	4	4	Warna sangat bagus, rasa cukup asam dan segar menthol, aroma cukup enak.
3	3	5	3	Warna biasa saja, rasa asam dan segar menthol, aroma netral.
4	2	4	5	Warna kurang menarik, rasa asam, aroma sangat segar.
5	5	5	4	Warna sangat menarik, rasa sangat asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
6	4	4	4	Warna menarik, rasa asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
7	3	5	4	Warna biasa saja, rasa asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
8	4	4	3	Warna menarik, rasa asam, aroma netral.
9	5	5	5	Warna sangat menarik, rasa sangat asam dan segar menthol, aroma sangat segar.
10	4	4	3	Warna menarik, rasa cukup asam dan segar menthol, aroma netral.
11	2	4	4	Warna kurang menarik, rasa asam, aroma cukup segar.
12	3	5	4	Warna biasa saja, rasa asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
13	5	5	4	Warna sangat menarik, rasa sangat asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
14	4	4	5	Warna menarik, rasa asam, aroma sangat segar.
15	3	5	3	Warna biasa saja, rasa asam dan segar menthol, aroma netral.
16	2	4	4	Warna kurang menarik, rasa asam, aroma cukup segar.
17	5	5	3	Warna sangat menarik, rasa sangat asam dan segar menthol, aroma netral.
18	4	5	4	Warna menarik, rasa sangat asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
19	3	4	3	Warna biasa saja, rasa asam, aroma netral.
20	4	5	4	Warna menarik, rasa asam dan segar menthol, aroma cukup segar.
Rerata	3,85	4,5	4	

Hasil uji organoleptik menunjukkan tingkat penerimaan panelis yang tinggi terhadap sediaan obat kumur. Parameter rasa memperoleh skor tertinggi (4,5), mengindikasikan bahwa perpaduan rasa asam khas kulit nanas dan sensasi segar mentol sangat disukai. Parameter aroma (4,0) dan warna (3,85)

juga dinilai positif, yang menegaskan bahwa penambahan *peppermint* berhasil memberikan aroma yang menyenangkan. Secara keseluruhan, formulasi ini memiliki profil sensoris yang sangat baik, meskipun optimasi pada aspek visual (warna) dapat diperbaiki untuk semakin meningkatkan estetika dan kepuasan pengguna.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sediaan obat kumur berbasis kombinasi ekoenzim kulit nanas dan ekstrak *peppermint* (100%) terbukti memiliki efikasi fungisida total terhadap *Candida albicans*. Keunggulan daya hambat mikrobiologis ini didukung oleh kualitas organoleptik yang terbaik serta tingkat penerimaan sensoris panelis yang sangat positif. Integrasi antara efektivitas eliminasi jamur dan profil fisik yang menarik menjadikan formulasi ini sebagai kandidat obat kumur antifungal berbasis limbah organik yang sangat potensial untuk dikembangkan secara klinis.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Brawijaya atas dukungan fasilitas dan sarana laboratorium sehingga pengujian penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonius, H., Rahmi, E. P., Revina, R., Pradana, D. L. C., & Septama, A. W. (2025). Sustainable antibiofilm strategy using fruit waste: Eco-enzyme from pineapple core and lemon peel against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 22(1), 127–137.
- Arun, C., & Sivashanmugam, P. (2015). Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge. *Process Safety and Environmental Protection*, 94, 471–478. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.10.008>
- Aziz, P. Y., Azeez, S. H., Hama, N. H., Abdulqadir, H. N., & Mohammad, O. (2024). Determination of Antifungal Activity of Essential Oil of *Mentha piperita* (Mint). *Eurasian Journal of Science and Engineering*, 9(2), 262–269. <https://doi.org/10.23918/eajse.v9i2p21>
- Banda-Flores, I. A., Torres-Tirado, D., Mora-Montes, H. M., Pérez-Flores, G., & Pérez-García, L. A. (2025). Resilience in resistance: The role of cell wall integrity in multidrug-resistant candida. *Journal of Fungi*, 11(4), 271. <https://doi.org/10.3390/jof11040271>
- Base, N. H., Daeng Pine, A. T., Yusriyani, Y., Noena, R. A. N., & Taufiq, T. (2023). Pemanfaatan limbah kulit buah nanas (*Ananas comosus*) sebagai minuman fermentasi yang menyehatkan. *JPMY*, 2(1), 16–21.
- Basir, N., Farid, N., Sadsyam, S., Utari, A. U., & Rahayu, A. B. U. (2023). Development and physical stability test of salak fruit peel extract mouthwash as a plaque preventative. *Journal of Health Sciences and Medical Development*, 2(02), 43–53. <https://doi.org/10.56741/hesmed.v2i02.262>
- Cahyani, E. D., Munfarida, I., & Amrullah, A. (2024). Antibacterial activity of pineapple (*Ananas comosus*) fruit peel extract against *Escherichia coli*. *International Journal of Life Science and Agriculture Research*, 03(05), 432–438. <https://doi.org/10.55677/ijlsar/V03I5Y2024-12>
- Costa, P. C. Q. G. da, Nogueira, P. L., Nascimento, Y. M. do, Sobral, M. V., Silvestre, G. F. G., & Castro, R. D. de. (2024). Bioactive potential of *Eugenia luschnathiana* essential oil and extract: Antifungal activity against candida species isolated from oncological patients. *Brazilian Journal of Biology*, 84. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286419>
- Devi, H. T., & Stiadi, D. R. (2025). Analisis pH dan kandungan fitokimia eco enzyme dari limbah kulit jeruk, nanas, dan mentimun. *MASALIQ*, 5(4), 2042–2052. <https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i4.6843>
- Franconi, I., & Lupetti, A. (2023). In vitro susceptibility tests in the context of antifungal resistance: Beyond minimum inhibitory concentration in *Candida* spp. *Journal of Fungi*, 9(12), 1188. <https://doi.org/10.3390/jof9121188>

- Halima, R. D., Yuliawati, K. M., & Kodir, R. A. (2020). Potensi aktivitas antibakteri ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap bakteri gram positif. *Prosiding Farmasi*, 806–810.
- Hamzah, H., Gunawan, D. R., Pratiwi, S. U. T., Bakhtiar, Muh. I., Pratama, V. Y., Subhan, M., & Maulana, R. (2024). Nanoemulsion mouthwash formulation of bajakah tampala (*Spatholobus littoralis* Hassk.) skin extract against *Candida albicans*. *Borneo Journal of Pharmacy*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.33084/bjop.v7i1.5548>
- Hudz, N., Kobylinska, L., Pokajewicz, K., Horčinová Sedláčková, V., Fedin, R., Voloshyn, M., Myskiv, I., Brindza, J., Wieczorek, P. P., & Lipok, J. (2023). *Mentha piperita*: Essential oil and extracts, their biological activities, and perspectives on the development of new medicinal and cosmetic products. *Molecules*, 28(21), 7444. <https://doi.org/10.3390/molecules28217444>
- Ibe, C., & Munro, C. A. (2021). Fungal cell wall: An underexploited target for antifungal therapies. *PLOS Pathogens*, 17(4), e1009470. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009470>
- Irmawan, M., Pramudita, D., Nababan, J., Imelya, M., & Sari, M. R. K. (2025). Pemanfaatan ekoenzim dari limbah kulit nanas dan jeruk sebagai disinfektan alami. *Jurnal Bioshell*, 14(2), 228–235. <https://doi.org/10.56013/bio.v14i2.4612>
- Jeffrey, J., Djohan, F. F. S., Soerachman, B., Muhtar, A. N. A., & Atthoriq, A. A. (2024). Antibacterial and antibiofilm activity of mint leaves (*Mentha piperita* L) extracts against *Streptococcus mutans* UA159: a laboratory experiment. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, 36(1), 126. <https://doi.org/10.24198/pjd.vol36no1.52744>
- Julianto, G. P., Aulia, R., Aryani, S., Rengganis, G. P., Fadilla, Q. I., Roswati, S., Saidi, T., & Hendrawati, T. Y. (2022). Efektivitas program eco enzyme pada masyarakat di RW 001 Kelurahan Lebak Bulus. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*.
- Julinar, J., Uswati, D., Riyanti, F., & Musifa, E. (2025). Eco-enzyme characterization of fruit peel waste mixture and test of antibacterial activity against bacteria causing dental caries. *Indonesia*, 10(3), 186–197.
- Korbecka-Paczkowska, M., & Karpiński, T. M. (2024). In vitro assessment of antifungal and antibiofilm efficacy of commercial mouthwashes against *Candida albicans*. *Antibiotics*, 13(2), 117. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020117>
- Lass-Flörl, C., & Lackner, M. (2023). In vitro susceptibility tests in the context of antifungal resistance: Beyond minimum inhibitory concentration in *Candida* spp. *Journal of Fungi*, 9(12), 1188. <https://doi.org/10.3390/jof9121188>
- Li, Y., Liu, Y., Jiang, Y., Yang, Y., Ni, W., Zhang, W., & Tan, L. (2025). New antifungal strategies and drug development against WHO critical priority fungal pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1662442>
- Mafakheri, H., & Mirghazanfari, S. M. (2018). Antifungal activity of the essential oils of some medicinal plants against human and plant fungal pathogens. *Cellular and Molecular Biology*, 64(15), 13–19. <https://doi.org/10.14715/cmb/2017.64.15.3>
- Mayer, F. L., Wilson, D., & Hube, B. (2013). *Candida albicans* pathogenicity mechanisms. *Virulence*, 4(2), 119–128. <https://doi.org/10.4161/viru.22913>
- Maziere, M., Rompante, P., Andrade, J. C., & Rodrigues, C. F. (2024). Are mouthwashes really effective against *Candida* spp.? *Journal of Fungi*, 10(8), 528. <https://doi.org/10.3390/jof10080528>
- Palma, F., Acunzo, M., Della Marca, R., Dell'Annunziata, F., Folliero, V., Chianese, A., Zannella, C., Franci, G., De Filippis, A., & Galdiero, M. (2024). Evaluation of antifungal spectrum of Cupferron against *Candida albicans*. *Microbial Pathogenesis*, 194, 106835. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106835>
- Pappas, P. G., Kauffman, C. A., Andes, D. R., Clancy, C. J., Marr, K. A., Ostrosky-Zeichner, L., Reboli, A. C., Schuster, M. G., Vazquez, J. A., Walsh, T. J., Zaoutis, T. E., & Sobel, J. D. (2016). Clinical practice guideline for the management of candidiasis: 2016 update by the infectious diseases society of America. *Clinical Infectious Diseases*, 62(4), e1–e50. <https://doi.org/10.1093/cid/civ933>
- Patel, M. (2022). Oral cavity and *Candida albicans*: Colonisation to the development of infection. *Pathogens*, 11(3), 335. <https://doi.org/10.3390/pathogens11030335>

- Pratama, H. P. A., Syah, P. I., Royhan, I., Maritsa, H. U., & Yusuf, A. I. (2025). Aktivitas ekoenzim kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) varietas tangkit sebagai antiseptik alami terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Biospecies*, 18(1), 7–15. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v18i1.36701>
- Puvača, N., Milenković, J., Galonja Coghill, T., Bursić, V., Petrović, A., Tanasković, S., Pelić, M., Ljubojević Pelić, D., & Miljković, T. (2021). Antimicrobial activity of selected essential oils against selected pathogenic bacteria: In vitro study. *Antibiotics*, 10(5), 546. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050546>
- R., N. (2022). Evaluation of in vitro antifungal effects of synthetic and herbal mouth rinses on oral *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Tropical Biomedicine*, 39(3), 302–314. <https://doi.org/10.47665/tb.39.3.001>
- Ramadani, A. H., Karima, R., & Ningrum, R. S. (2022). Antibacterial activity of pineapple peel (*Ananas comosus*) eco-enzyme against acne bacterias (*Staphylococcus aureus* and *Prapionibacterium acnes*). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 9(3), 201–207.
- Soelama, H. J. J., Kepel, B. J., & Siagian, K. V. (2015). Uji Minimum Inhibitory Concentration (MIC) ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*. *E-GIGI*, 3(2), 374–379. <https://doi.org/10.35790/eg.3.2.2015.9630>
- Souza, C. M. de, Bezerra, B. T., Mellon, D. A., & de Oliveira, H. C. (2025). The evolution of antifungal therapy: Traditional agents, current challenges and future perspectives. *Current Research in Microbial Sciences*, 8, 100341. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2025.100341>
- Sugiaman, V. K., Widowati, W., Widya Kusuma, H. S. W. K., Salsabila, N., & Rizal, R. (2024). Antibacterial and antifungal properties of citronella oil against *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* by in vitro study. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 33(1), 1–5. <https://doi.org/10.21776/ub.jkb.2024.033.01.1>
- Suprayogi, D., Asra, R., & Mahdalia, R. (2022). Analisis produk ecoenzyme dari kulit buah nanas (*Ananas comosus* L.) dan jeruk berastagi (*Citrus X sinensis* L.). *Jurnal Redoks*, 7(1), 19–27. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i1.8414>
- Tamai, R., & Kiyoura, Y. (2025). Candida infections: The role of saliva in oral health—A narrative review. *Microorganisms*, 13(4), 717. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13040717>
- Tkaczyk, M., Kuška-Kielbratowska, A., Fiegler-Rudol, J., Niemczyk, W., Mertas, A., Skaba, D., & Wiench, R. (2025). The prevalence and drug susceptibility of candida species and an analysis of risk factors for oral candidiasis—A retrospective study. *Antibiotics*, 14(9), 876. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14090876>
- Triyatdipa, H., Agustien, A., & Marlina, M. (2025). Analysis of ecoenzyme characteristics from combination of fruit peel waste. *Biospecies*, 18(2), 11–19. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v18i2.44214>
- Vakili-Ghartavol, M., Arouiee, H., Golmohammadzadeh, S., & Naseri, M. (2022). Antifungal activity of *Mentha × Piperita* L. essential oil. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21(1), 143–152. <https://doi.org/10.24326/asphc.2022.1.12>
- Vila, T., Sultan, A. S., Montelongo-Jauregui, D., & Jabra-Rizk, M. A. (2020). Oral candidiasis: A disease of opportunity. *Journal of Fungi*, 6(1), 15. <https://doi.org/10.3390/jof6010015>
- Vitiello, A., Ferrara, F., Boccellino, M., Ponzio, A., Cimmino, C., Comberiati, E., Zovi, A., Clemente, S., & Sabbatucci, M. (2023). Antifungal drug resistance: An emergent health threat. *Biomedicines*, 11(4), 1063. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11041063>