As-Syifaa Jurnal Farmasi Juli 2025;17(1):55-63
ISSN: 2502-9444 (electronic); 2085-4714 (printed)
Journal Homepage: http://jurnal.farmasi.umi.ac.id/index.php/as-syifaa

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK FERMENTAT ISOLAT FUNGI ENDOFIT KODE IFAZ-6 DARI AKAR BIDARA (*Ziziphus mauritiana* Lam.) TERHADAP BAKTERI *Streptococcus mutans*.

(*Antibacterial Activity of Fermented Extract of Endophytic Fungal Isolate Code IFAZ-6 from Bidara (Ziziphus mauritiana Lam.) Roots Against Streptococcus mutans*)

Fitriana*, Sitti Amirah, Safriani Rahman, Nurul Mega Charawati

Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia
Email: fitriana.fitriana@umi.ac.id

Article Info:
Received: 2024-03-22
Review: 2025-04-12
Accepted: 2025-07-13
Available Online: 2025-07-15

***Keywords*:**
Antibacterial Activity; Fermentate Extract; Endophytic Fungi, *Streptococcus mutans*; *Ziziphus mauritiana* Lam.

Corresponding Author:
Fitriana
Fakultas Farmasi
Universitas Muslim Indonesia
Makassar
Indonesia
email: fitriana.fitriana@umi.ac.id

ABSTRACT

Endophytic fungi are microorganisms that reside within plant tissues and are known to produce secondary metabolites with antibacterial potential. This study aimed to evaluate the antibacterial activity of the fermented extract of the endophytic fungal isolate IFAZ-6, derived from the roots of Ziziphus mauritiana Lam. (bidara), against Streptococcus mutans. The isolate was fermented for 21 days and extracted using ethyl acetate. The extract was tested for antibacterial activity using Minimum Inhibitory Concentration (MIC) at concentrations ranging from 0.2% to 25.6%, Minimum Bactericidal Concentration (MBC) from 3.2% to 25.6%, and agar diffusion assay at concentrations of 8%, 12%, and 16%. Inhibition zone diameters were analyzed statistically using the Kruskal–Wallis test followed by the Mann–Whitney post hoc test to assess differences between concentration groups. The results showed an MIC value of 3.2% and an MBC of 6.4%. The agar diffusion assay revealed a maximum inhibition zone diameter of 9.86 mm at 16% concentration, with statistically significant differences between concentrations ($p < 0.05$). These findings suggest that the fermented extract of IFAZ-6 possesses antibacterial activity against S. mutans, although its efficacy remains lower than that of the positive control, chloramphenicol.

Copyright © 2020 Journal As-Syifaa Farmasi by Faculty of Pharmacy, Muslim University. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Published by:
Fakultas Farmasi
Universitas Muslim Indonesia

Address:
Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI) Makassar, Sulawesi Selatan.

Email:
jurnal.farmasi@umi.ac.id

ABSTRAK

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman dan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak fermentat isolat fungi endofit IFAZ-6 yang diisolasi dari akar bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam.) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Fungi endofit difermentasi selama 21 hari dan diekstraksi dengan etil asetat. Ekstrak diuji aktivitas antibakterinya melalui KHM (0,2–25,6%), KBM (3,2–25,6%), dan difusi agar (8–16%). Data diameter zona hambat dianalisis secara statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antar konsentrasi ekstrak dan dilanjutkan dengan uji Pos Hoc Man-Whitney untuk membandingkan antar pasangan kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KHM ekstrak adalah 3,2% sementara nilai KBM sebesar 6,4%. Uji difusi agar menunjukkan diameter zona hambat maksimum sebesar 9,86 mm pada konsentrasi 16% dan analisis statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan antar konsentrasi ($p<0,05$). Ekstrak fermentasi fungi endofit IFAZ-6 dari akar bidara berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*, namun efektivitasnya masih rendah dibandingkan kloramfenikol.

Kata kunci: Aktivitas Antibakteri, Ekstrak Fermentat, Fungi Endofit, *Streptococcus mutans*, *Ziziphus mauritiana* Lam.

PENDAHULUAN

Kesehatan mulut dan gigi merupakan hal penting. Sehat tidaknya mulut dan gigi akan berdampak pada tubuh seorang individu. Salah satu masalah gigi yang banyak dijumpai adalah karies gigi. Menurut data *World Health Organization* (WHO) tahun 2022 memperkirakan bahwa penyakit mulut memengaruhi hampir 3,5 miliar orang di seluruh dunia, dengan 3 dari 4 orang yang terkena dampak tinggal di negara-negara berpenghasilan menengah. Secara global, diperkirakan 2 miliar orang menderita karies gigi permanen dan 514 juta anak menderita karies gigi primer.[1]

Berdasarkan hasil data dari Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) tahun 2018 menyebutkan bahwa proporsi terbesar masalah gigi di Indonesia adalah gigi berlubang/sakit/karies (45,3%). Data riskesdas juga menunjukkan prevalensi karies gigi pada anak usia 3-4 tahun sebanyak 81,1%, pada usia 5-9 tahun sebanyak 92,6% dan pada usia 10-14 sebanyak 73,4%. Setengah dari 75 juta anak-anak di Indonesia mengalami karies gigi dan jumlahnya semakin bertambah dari tahun ke tahun.[2,3]

Beberapa mikroorganisme yang terdapat pada rongga mulut yaitu *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*. Mikroorganisme tersebut telah diisolasi dari lesi karies gigi yang dalam. Dari beberapa jenis bakteri tersebut, *Streptococcus mutans* adalah spesies yang paling sering ditemukan dan menjadi penyebab utama karies gigi yang ditandai dengan adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme di dalam rongga mulut. Bakteri sangat berperan penting pada proses terjadinya karies gigi.[4]

Tanaman bidara memiliki senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, fenol, dan saponin. Senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri dari tanaman dapat diperoleh salah satunya dengan cara mengisolasi fungi endofit dari tanaman tersebut.[5] Fungi endofit merupakan fungi yang hidup dalam jaringan tanaman (inang) yang dapat menghasilkan senyawa metabolit

sekunder sesuai dengan tanaman inangnya.[6] Hal inilah yang menjadikan fungi endofit sebagai peluang untuk produksi antibakteri skala besar dalam waktu singkat tanpa menimbulkan kerusakan ekologis dan ramah lingkungan.[7]

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Khusnul Annisa (2023) telah diperoleh isolat fungi endofit yang terpilih yaitu isolat kode IFAZ-6, IFDZ-8, & IFBZ-6 dari tanaman bidara yang memiliki waktu optimum dalam memproduksi senyawa antibakteri pada hari ke 21 dan memiliki aktivitas terhadap bakteri uji.[8] Penelitian yang telah dilakukan oleh Siti Nurlillah Jamaluddin (2023) menghasilkan bahwa IFAZ-6 memiliki kekerabatan dengan spesies *Clonostachys rosea* sebesar 100%, IFBZ-6 dengan spesies *Diaporthe* Sp. sebesar 99,47%, dan isolat IFDZ-8 dengan spesies *Diaporthe tectonendophytica* sebesar 98,43%.[9] Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Sitti Nurdayani (2023) isolat fungi endofit dengan kode IFAZ-6 & IFDZ-8 memberikan aktivitas antibakteri pada konsentrasi 800 ppm terhadap bakteri patogen penyebab infeksi kulit yaitu *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acne* sedangkan kode isolat IFBZ-6 memberikan aktivitas antibakteri pada konsentrasi 1600 ppm terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.[10]

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian secara eksperimental yang berfokus pada isolat fungi endofit kode IFAZ-6 yang diisolasi dari akar bidara untuk mengetahui aktivitas ekstrak fermentat dalam mengatasi masalah kesehatan gigi pada bakteri *Streptococcus mutans*.

METODE PENELITIAN

Sterilisasi Alat dan Bahan.

Alat yang digunakan dicuci hingga bersih dengan air suling, kemudian alat-alat seperti gelas disterilkan dengan menggunakan oven pada suhu 180°C selama 2 jam, serta medium disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.[11]

Pemurnian Isolat Fungi Endofit

Isolat fungi endofit dari akar bidara (IFAZ-6) yang merupakan koleksi isolat dari penelitian sebelumnya di Laboratorium Mikrobiologi Farmasi UMI, selanjutnya dilakukan permurnian dengan cara memindahkan isolat fungi endofit ke media *Potato Dekstrosa Agar* (PDA) yang baru, kemudian diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu kamar. Pemurnian dilakukan sampai diperoleh isolat fungi murni yang tunggal.[12]

Peremajaan dan pembuatan suspensi bakteri

Bakteri uji masing-masing diambil satu ose lalu diinokulasikan dengan cara digoreskan pada medium *Nutrient Agar* miring lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam. Setelah itu dapat digunakan sebagai mikroba uji. Bakteri uji hasil peremajaan disuspensikan menggunakan larutan NaCl fisiologis 0,9%, kemudian diukur kekeruhannya menggunakan spektrofotometer dengan kekeruhan 25% Transismittan pada panjang gelombang 580 nm.[13]

Fermentasi Isolat Fungi

Isolat fungi endofit IFAZ-6, dimasukkan ke dalam 10 mL medium produksi yaitu *Maltosa Yeast Broth* (MYB). Kemudian di inkubasi selama 3 x 24 jam pada suhu kamar (kultur starter) (Rusli, Nurul Vicky Syriani, Sumarni Hatta, Muh, 2017, 101).[14] Starter isolat yang telah diinkubasi dimasukkan ke dalam

Erlenmeyer 1000 mL yang berisi 500 mL medium *Maltosa Yeast Broth* (MYB) untuk dilakukan fermentasi. Fermentasi menggunakan shaker dengan kecepatan 200 rpm selama 21 hari pada suhu ruang.[13]

Ekstraksi Fermentasi Isolat Fungi Endofit

Setelah proses fermentasi selama 21 hari, ekstraksi dilakukan dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan corong pisah dengan pelarut etil asetat. Cairan fermentasi diekstrak dengan perbandingan 1:1. Lapisan etil asetat yang berada diatas dikeluarkan dan lapisan bawah ditambahkan lagi pelarut etil asetat dengan perbandingan 1:1. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali. Ekstrak yang diperoleh disimpan untuk digunakan pada uji selanjutnya (Kursia et al., 2018, 31).[15]

Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM)

Penentuan KHM dilakukan untuk mengetahui konsentrasi minimum ekstrak yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Pengujian menggunakan konsentrasi 0,2%–25,6%, ditambah media MHB dan suspensi bakteri, lalu diinkubasi 24 jam pada 37°C. Satu jam sebelum inkubasi selesai, ditambahkan 5 µL larutan TTC; munculnya warna merah menandakan bakteri masih hidup. KHM ditentukan dari well pertama yang tidak menunjukkan warna merah.[16] KBM ditentukan dari adanya zona bening pada media. Sampel dengan zona bening diinkubasi ulang 24 jam. Jika tidak ada pertumbuhan bakteri setelah inkubasi lanjutan, maka konsentrasi tersebut merupakan KBM, yaitu konsentrasi terendah yang membunuh bakteri.[12]

Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Agar

Metode pengujian aktivitas antibiotika yang umum digunakan adalah menggunakan metode difusi agar dengakn menggunakan medium Mueller Hinton Agar (MHA). Medium MHA diambil sebanyak 15 mL dan ditambahkan dengan 20 µL suspensi bakteri uji *Streptococcus mutans*, lalu dimasukkan kedalam cawan petri. *Disc blank* diletakkan diatas medium yang telah memadat, kemudian sampel ekstrak isolat IFAZ-6 dibuat dengan variasi konsentrasi 8%, 12% dan 16%, kemudian dimasukkan menggunakan mikropipet sebanyak 20 µL. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37ºC selama 1x24 jam, lalu diamati dan diukur zona hambat yang terbentuk.[17]

Analisis Data

Data diameter zona hambat dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* untuk menguji perbedaan aktivitas antibakteri antar kelompok perlakuan. Jika terdapat perbedaan signifikan, uji lanjutan dilakukan menggunakan *Post Hoc Mann-Whitney* untuk membandingkan efek antibakteri antar kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metabolit sekunder yang terkandung dalam suatu tanaman memiliki beragam manfaat terutama dalam hal pengobatan, salah satunya sebagai antibakteri. Salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antibakteri adalah tanaman bidara. Pengujian aktivitas antibakteri merupakan suatu metode yang digunakan untuk melihat potensi suatu senyawa yang dapat berperan sebagai antibakteri.[18]

Penelitian ini diawali dengan pemurnian isolat fungi endofit IFAZ-6 dari akar bidara menggunakan media PDA yang kaya pati dan toleran terhadap berbagai pH.[19] Isolat murni kemudian difermentasi untuk menghasilkan

metabolit sekunder. Sebelumnya, dibuat kultur starter menggunakan MYB, yang mengandung nutrisi penting seperti ekstrak yeast, maltosa, dekstrosa, dan pepton untuk mendukung pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme.[20,21] Fermentasi dilakukan dengan shaker pada 200 rpm, di mana isolat fungi endofit IFAZ-6 mencapai fase stasioner optimal pada hari ke-21.[8] Pada fase ini, produksi metabolit sekunder meningkat karena mikroorganisme mulai kekurangan nutrisi dan menghasilkan senyawa untuk mempertahankan hidup, termasuk senyawa dengan potensi antibakteri (Nuryanti et al., 2019).[22]

Hasil fermentasi diekstraksi menggunakan etil asetat dengan perbandingan 1:1. Pelarut ini bersifat semipolar, mampu mengekstraksi senyawa polar dan nonpolar, serta mudah dipisahkan dari media MYB karena tidak bercampur dengan air.[21,22] Ekstrak kemudian diuji untuk menentukan KHM terhadap *Streptococcus mutans* menggunakan metode mikrodilusi. Pengamatan dilakukan secara visual dengan penambahan reagen *triphenyltetrazolium chloride* (TTC), yang berubah menjadi merah muda akibat reduksi oleh enzim dehidrogenase dari bakteri hidup, menandakan aktivitas pertumbuhan bakteri.[23] Hasil pengujian KHM pada ekstrak isolat IFAZ-6 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian KHM Isolat IFAZ-6 Dari Tanaman Bidara Dengan Metode Mikrodilusi

	Konsentrasi							
Bakteri	25,6%	12,8%	6,4%	3,2%	1,6%	0,8%	0,4%	0,2%
Streptococcus mutans	+	+	+	+	-	-	-	-

Keterangan: (+): Menghambat pertumbuhan bakteri; (-): Tidak menghambat pertumbuhan bakteri

Hasil pengujian nilai KHM ekstrak isolat IFAZ-6 (tabel 1) dengan variasi konsentrasi yang digunakan dalam pengujian adalah 0,2%, 0,4%, 0,8%, 1,6%, 3,2%, 6,4%, 12,8% dan 25,6% terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Menurut Holetz *et al* (2002) nilai KHM kurang dari 0,1% merupakan antimikroba yang baik; dari 0,1% hingga 0,5% antimikroba sedang; dari 0,5% hingga 1% antimikroba lemah; lebih dari 1% ekstrak dianggap antimikroba yang tidak efektif.[24] Dari literatur tersebut ekstrak isolat IFAZ-6 tergolong antimikroba yang tidak efektif dengan nilai KHM yaitu 3,2%. Setelah diketahui nilai KHM, dilanjutkan pengujian KBM yang bertujuan untuk menentukan nilai konsentrasi minimum dari suatu sampel dalam membunuh bakteri uji dimana pengujian ini dilakukan dengan metode gores menggunakan medium *Muller Hinton Agar* (MHA) karena memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk kultur kebanyakan bakteri. Selain itu, MHA juga bersifat netral, sehingga tidak menimbulkan pengaruh terhadap prosedur uji antibakteri.[25] Hasil pengujian KBM pada ekstrak isolat IFAZ-6 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian KBM Isolat IFAZ-6 Dari Tanaman Bidara

	Konsentrasi			
Bakteri	25,6%	12,8%	6,4%	3,2%
Streptococcus mutans	+	+	+	-

Keterangan: (+): Membunuh pertumbuhan bakteri; (-): Tidak membunuh pertumbuhan bakteri

Berdasarkan hasil uji nilai KBM dilakukan pengamatan pada variasi konsentrasi ekstrak yaitu 3,2%, 6,4%, 12,8%, dan 25,6%. Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa pada konsentrasi 6,4%, 12,8%, dan 25,6% tidak terdapat pertumbuhan bakteri di sekitar goresan, yang menandakan bahwa ekstrak isolat IFAZ-6 memiliki sifat bakterisidal yaitu dapat membunuh bakteri pada konsentrasi tersebut. Dengan demikian, nilai KBM untuk ekstrak isolat IFAZ-6 pada bakteri yang diuji adalah pada konsentrasi 6,4%, karena pada konsentrasi ini sudah tidak terlihat adanya pertumbuhan bakteri setelah inkubasi. Sebaliknya, pada konsentrasi 3,2%, masih terdapat pertumbuhan bakteri yang menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut belum efektif untuk membunuh bakteri. Pengujian selanjutnya dilakukan uji aktivitas antibakteri secara difusi agar. Tujuan dilakukan uji aktivitas antibakteri secara difusi agar yaitu untuk membandingkan sensitifitas antibakteri ekstrat isolat IFAZ-6 terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dengan variasi konsentrasi yaitu 8%, 12% dan 16%. Hasil pengujian aktivitas antibakteri pada isolat IFAZ-6 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri Ekstrak Isolat IFAZ-6 Dari Tanaman Bidara Dengan Metode Difusi Agar

Bakteri Uji	Rerata diameter zona hambat (mm)			
	8%	12%	16%	K+
Streptococcus mutans	6,57	8,52	9,86	31,06
Mean	7,92	8,94	9,94	29,2
Std. Deviation	1,11	0,927	0,310	1,86

Keterangan: K (+) = Kontrol positif (Kloramfenikol)

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri pada ekstrak isolat IFAZ-6 terhadap bakteri *Streptococcus mutans* diperoleh rerata diameter zona hambat dengan aktivitas kategori sedang. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan diameter zona hambat yang terbentuk yaitu aktivitas lemah (<5mm), sedang (5-10 mm), kuat (10- 20 mm), dan sangat kuat (>20- 30 mm).[26] Data diameter rerata zona hambat yang diperoleh selanjutnya dianalisa secara statistik untuk mengetahui adanya perbedaan aktivitas antibakteri pada masing-masing kelompok perlakuan. Data zona hambat dianalisa menggunakan uji *Kruskal-Wallis*. Uji ini digunakan karena data yang diperoleh tidak terdistribusi normal dan tidak homogen. Hasil uji *Kruskal-Wallis* dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik Ekstrak Isolat IFAZ-6 Dari Tanaman Bidara Dengan *Kruskal-Wallis*

Kelompok Perlakuan	Nilai Signifikansi (*p-value*)
8% 12% 16% Kontrol Positif	<0,001

Ekstrak isolat IFAZ-6 menunjukkan potensi antibakteri terhadap Streptococcus mutans, dengan efektivitas tertinggi pada konsentrasi 12% dan 16%. Analisis statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Post Hoc Mann-Whitney mengungkapkan adanya perbedaan signifikan antara kelompok kontrol positif, serta antara konsentrasi 8%, 12%, dan 16%, kecuali antara

konsentrasi 12% dan 16% yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 12% dan 16% memiliki efek antibakteri yang serupa. Hasil ini mengindikasikan bahwa ekstrak isolat IFAZ-6 mengandung senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antibakteri, kemungkinan berasal dari metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit. Senyawa ini diduga memiliki kemiripan dengan senyawa aktif yang ditemukan pada tanaman bidara, yang berperan sebagai sumber alami bagi mikroorganisme tersebut.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjutan Statistik Ekstrak Isolat IFAZ-6 Dari Tanman Bidara Dengan *Post Hoc Mann-Whitney*

No	Perbandingan Perlakuan	Nilai Signifikansi (*p-value*)
1	Kontrol Positif – 8%	0,000
2	Kontrol Positif – 12%	0,000
3	Kontrol Positif – 16%	0,000
4	8% vs 16%	0,000
5	8% vs 12%	0,004
6	12% vs 16%	0,161

Tanaman bidara diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang berkontribusi pada aktivitas antibakteri, yang membuat isolat IFAZ-6 berpotensi menghasilkan senyawa serupa dengan tanaman asalnya.[27] Flavonoid, dengan struktur fenoliknya, dapat menghambat pertumbuhan bakteri melalui mendenaturasi ikatan protein pada membran sel bakteri. Hal ini menyebabkan membran sel mengerut ketika fenol masuk ke inti sel, sehingga bakteri tidak dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Tanin berperan sebagai antibakteri dengan cara mengendapkan protein yang ada di dalam bakteri, yang berakibat pada kerusakan membran sel dan menghambat pertumbuhannya. Sementara itu, saponin memiliki kemampuan unik untuk membentuk kompleks dengan protein dan dinding sel bakteri, yang kemudian menyebabkan denaturasi protein dan kerusakan pada dinding sel, sehingga menyebabkan lisis sel bakteri.[28] Senyawa-senyawa ini, yang juga ditemukan pada tanaman bidara, memperkuat potensi antibakteri isolat IFAZ-6 dengan mempengaruhi berbagai mekanisme penting dalam bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit IFAZ-6 berperan dalam menghasilkan senyawa dengan kemampuan antibakteri yang signifikan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ekstrak fermentat isolat fungi endofit kode IFAZ-6 dari akar bidara menunjukkan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas antibakteri terhadap Streptococcus mutans, dengan konsentrasi optimum pada 16%, yang menghasilkan zona hambat sebesar 9,86 mm. Analisis statistik menunjukkan perbedaan signifikan antara konsentrasi 8% dengan 12% dan 8% dengan 16%, namun tidak antara 12% dan 16%, yang mengindikasikan bahwa kedua konsentrasi tersebut memiliki efek antibakteri yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rahayu D et al. Efektivitas Penyuluhan Dengan Media Video Dan Booklet Dalam Meningkatkan Pengetahuan Ibu Tentang Upaya Kesehatan Gigi Dan Mulut Balita. *Jurnal kesehatan komunitas (Journal of community health)*. 2021; 7(3):316–322

2. Kementrian Kesehatan RI. *Hasil Utama Riskesdas*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2018

3. Andriyani A et al. Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Orangtua Dalam Pencegahan Karies Gigi Anak Di Jakarta Timur. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 2023; 19(1):11–17

4. Ulfayani M, Alfi S. Uji Aktivitas Antibakteri Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Streptococcus Mutans. *Klorofil*. 2019; 3(2):15–19

5. Janna N, Fitriana F, Amirah S. Potential of Endophyctic Fungi Isolates IFAZ-6 from Bidara Root (*Ziziphus Mauritiana* Lam.) as Antibacterials Againts Digestive Tract Infection. *Journal Microbiology Science*. 2024; 4(1):22–30

6. Izzatinnisa' I, Utami U, Mujahidin A. Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit Pada Tanaman Kentang Terhadap Fusarium Oxysporum Secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 2020; 2(1):18–25

7. Murdiyah S. Fungi Endofit Pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat Di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran Dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikummata Kuliah Mikologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)* . 2017; 3(1):64–71

8. Annisa K, Fitriana F, Amirah S. Optimization Time for Antibacterial Production of Endophytic Fungi Isolated from Bidara Root (Ziziphus Mauritiana Lam.). *Journal Microbiology Science*. 2024; 4(1):42–52

9. Jamaluddin SN, Fitriana F, Amirah S. Molecular Identification of Endophytic Fungi Isolated from Bidara Root (Ziziphus Mauritiana Lam.) Using Polymerase Chain Reaction (Pcr). *Journal Microbiology Science*. 2024; 4(1):11–21

10. Nurdayani S. Aktivitas Antibakteri Isolat Fungi Endofit Dari Tanaman Bidara (*Ziziphus Mauritiana* Lam.) Terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kulit Dengan Metode Difusi Agar (Skripsi). Universitas Muslim Indonesia. Makassar: Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Indonesia. 2023

11. Abdullah M, Fitriana F, Maryam St. Uji Aktivitas Antioksidan Isolat Fungi Endofit Daun Galing-Galing (*Cayratia Trifolia* L.) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil (DPPH). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2020; 12(2):117–122

12. Sari AIP, Fitriana F, Amirah S. Antibacterial Activity of Endophytic Fungi Isolated from Bidara Roots (*Ziziphus Mauritiana* Lam.) Against Bacteria That Cause Skin Infections Using TLC-Bioutography. *Journal Microbiology Science*. 2024; 4(1):31–41

13. Deponda RA, Fitriana F, Nuryanti S, Herwin H. Isolasi Fungi Endofit Kulit Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lam.) Yang Berpotensi Sebagai Antibakteri Secara Metode KLT - Bioautografi. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2019; 11(2):147–153

14. Rusli R, Vicky Syfriani N, Hatta S, Wais M. Optimasi Produksi Antibiotika Isolat Terpilih Fungi Endofit IKD FF-UMI 02 Dari Kulit Buah Delima (*Punica Granatum* L.) Dengan Variasi Sumber Karbon. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2017; 9(1):99–105

15. Kursia S, Aksa R, Nolo MM. Potensi Antibakteri Isolat Jamur Endofit Dari Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.). *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*.; 4(1). DOI: 10.33772/PHARMAUHO.V4I1.4631

16. Elkhair EA, Fadda H, Mohsen UA. Antibacterial Activity and Phytochemical Analysis of Some Medicinal Plants from Gaza Strip-Palestine. *Journal of Al Azhar University–Gaza*. 2010; 12:45–54

17. Nurung AH, Fitriana F, Herwin H. Penentuan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Isolat Fungi Endofit Dari Daun Galing-Galing (*Cayratia Trifolia* L). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2022; 14(1):11–17

18. Asnita A, Herwin H, Kosman R, Nurung AH. Isolasi Dan Identifikasi Fungi Endofit Batang Sesuru (*Euphorbia Antiquorum* L.) Sebagai Penghasil Antibakteri Dengan Metode KLT-Bioautografi. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2020; 12(2):144–149

19. Cheng CY et al. Comparison of Fungal Genera Isolated from Cucumber Plants and Rhizosphere Soil by Using Various Cultural Media. *Journal of Fungi*. 2023; 9(9):934

20. Fitriana F, Maryam St, Naid T, Maryana M. Penelusuran Fungi Endofit Sebagai Penghasil Senyawa Antibiotika Dari Daun Nanas (*Ananas Comosus* (L) Meer). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2016; 8(1):1–8

21. Rante H, Umar AbdH, Mau DP. Isolasi Fungi Endofit Dari Daun Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 2021; 25(2):66–68

22. Nuryanti S, Suhaenah A, Syamsu RF, Andriani R. Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Herba Krokot (*Portulaca Oleracea* L.). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 2023; 15(1):46–53

23. Olga P, Petar K, Jelena M, Srdjan R. Screening Method for Detection of Hydrocarbon-Oxidizing Bacteria in Oil-Contaminated Water and Soil Specimens. *J Microbiol Methods*. 2008; 74(2–3):110–113

24. Holetz FB et al. Screening of Some Plants Used in the Brazilian Folk Medicine for the Treatment of Infectious Diseases. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2002; 97(7):1027–1031

25. Utomo SB, Fujiyanti M, Lestari WP, Mulyani S. Antibacterial Activity Test of the C-4-Methoxyphenylcalix[4]Resorcinarene Compound Modified by Hexadecyltrimethylammonium-Bromide against *Staphylococcus Aureus* and *Escherichia Coli* Bacteria. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*. 2018; 3(3):201–209

26. Morales G et al. Secondary Metabolites From Four Medicinal Plants From Northern Chile: Antimicrobial Activity And Biotoxicity Against *Artemia Salina*. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 2003; 48(2):13–18

27. Sari R, Muhani M, Fajriaty I. Antibacterial Activity of Ethanolic Leaves Extract of Agarwood (Aquilaria Microcarpa Baill.) Against Staphylococcus Aureus and Proteus Mirabilis. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017; 4(3):143–154

28. Wahyuni WT et al. Artikel Review : Studi Fitokimia Dan Aktivitas Farmakologi Pada Tanaman Bidara (*Ziziphus Mauritiana* Lamk). *Jurnal Ilmiah Dan Karya Mahasiswa*. 2024; 2(1):53–62