

Potential of Antibacterial Producing Rhizosphere Bacteria from Porang Roots (*Amorphophallus muelleri* Blume) against Gastrointestinal Pathogens

Siska Nuryanti^{1*}, Ayyub Harly Nurung¹, Andi Al Kahfi Akihito²

¹ Department of Pharmaceutical Microbiology, Faculty of Pharmacy, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, 90231, Indonesia

² Undergraduate Program in Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, 90231, Indonesia

Article info

Received: 26/05/2025

Available online: 21/11/2025

S Nuryanti, AH Nurung, AAK Akhito

Corresponding Author:

Siska Nuryanti

Department of Pharmaceutial Microbiology, Faculty of Pharmacy, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, 90231, Indonesia
email: Siska.nuryanti@umi.ac.id

ABSTRACT

Increasing antibiotic resistance in gastrointestinal pathogens such as Escherichia coli, Shigella dysenteriae, and Vibrio cholerae encourages the search for new antimicrobial agents. This study aims to evaluate the antibacterial potential of rhizosphere bacteria from porang roots (Amorphophallus muelleri Blume) against the three pathogens through in vitro tests. Isolation was carried out from rhizosphere soil using a serial dilution technique. Eleven isolates were characterized morphologically and tested for antibacterial activity using the agar diffusion method. Two selected isolates (IBRAM-2 and IBRAM-11) were fermented and extracted with ethyl acetate. Antibacterial activity was evaluated using the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) tests with the microdilution and drop plate methods, each with three replications and chloramphenicol as a positive control. The results showed an inhibition zone of 13.2–18.7 mm. The MIC value is 25,000 ppm, while the MBC value ranges from 25,000–50,000 ppm. Although it shows antibacterial activity, the high concentration required indicates weak antibacterial potential.

Keyword:

Amorphophallus muelleri Blume, Gastrointestinal Infections, Minimum Bactericidal Concentration (MBC), Minimum Inhibitory Concentration (MIC), Rhizospheric Bacteria

Copyright ©2025 by Author

Journal Microbiology Science by Faculty of Pharmacy Universitas Muslim Indonesia is licensed under a

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Diare yang disebabkan oleh bakteri seperti *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, dan *Vibrio cholerae* merupakan penyebab utama kematian anak. Menurut WHO pada tahun 2024, diare menyumbang sekitar 1,6 juta kematian per tahun di seluruh dunia. Di Indonesia, data Kemenkes pada tahun 2023 menunjukkan bahwa angka kejadian diare mencapai 301 kasus per 1.000 penduduk^{1,2,3}.

Tanaman dan mikroba yang terkait dengannya, terutama di zona rhizosfer, merupakan sumber senyawa bioaktif yang menjanjikan. Bakteri rhizosfer menjalin hubungan mutualisme dengan tanaman inangnya dan sering menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki sifat antibakteri⁴. *Amorphophallus muelleri* Blume (porang) adalah tanaman umbi-umbian asli Indonesia yang secara tradisional digunakan untuk berbagai tujuan

pengobatan. Studi sebelumnya menunjukkan potensinya sebagai antimikroba karena mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, dan senyawa fenolik^{5,6}.

Rhizosfer tanaman porang merupakan ekosistem yang belum banyak dieksplorasi sebagai sumber isolat penghasil antibakteri. Hingga saat ini, belum ada laporan ilmiah yang secara khusus meneliti potensi bakteri rhizosfer dari akar porang sebagai agen antibakteri terhadap patogen gastrointestinal.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf (SIMIC model YX-280 B), oven, Laminar Air Flow (LAF), rotary shaker, turbidimeter (WTW), mikroskop, timbangan analitik (Chyo), jangka sorong, object glass, cawan petri (Normax), elenmeyer 50, 100, 250, 500 (Iwaki Pyrex), gelas kimia 500 mL, lumpang/alu, kertas, lampu spiritus, batang pengaduk, rak tabung, spoit, bunsen, ose bulat, ose lurus, micropipet, tip, tabung reaksi (Pyrex), pencadang, vial dan *microplate* (Iwaki), NaCl fisiologis 0,9% 3719501001 (PT. Emjebe Pharma), etanol, aquadest, *tissue*, aluminium foil, medium *Starch M-Protein Agar* M801-500G (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.), *medium Nutrien Agar* (NA) 1.05450.0500 (EMD Milipore Corporation), *Muller Hinton Agar* (MHA) 1.03872.0500 (EMD Milipore Corporation), *Muller-Hinton Broth* CM0405 (Oxoid

Holdings Ltd.), Agar, Nystatin, alkohol 70%, bakteri uji (*Escherichia coli* ATCC No.25923, *Shigella dysenteriae* ATCC No.13313, *Vibrio cholera* ATCC No.14035).

Pengolahana sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu rhizosfer akar porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang diperoleh di Kec. Bulukumpa, Kabupaten Bulukumpa, Sulawesi Selatan pada koordinat (-5.370440, 120.154937). Sampel rhizosfer porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) diambil dengan cara tanah digali dengan kedalaman 15 cm dari permukaan tanah. Setelah itu sampel diambil dengan menggunakan sendok *stainless steel* yang telah disemprot dengan etanol 70%, sampel yang diambil adalah sampel tanah yang menempel di perakaran tanaman kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol coklat steril dan di masukkan kedalam *coolbox* kemudian sampel dibawa ke laboratorium^{7,8}

Isolasi dan pemurnian

Pada setiap seri pengenceran diambil sebanyak 1 mL suspensi dan dibiakkan pada media Medium Starch M-Protein Agar (HiMedia M801) yaitu media yang terdiri dari pati (10 g/L), M-protein powder (1 g/L), air laut sintesis (37 g/L), dan agar (15 g/L), dengan pH akhir $7,2 \pm 0,2$. Media ini secara khusus dirancang untuk mendeteksi bakteri sakarolitik dan aktinomisetes yang berpotensi menghasilkan antibiotik. Kandungan nutriennya yang kompleks menjadikannya cocok untuk mengisolasi

mikroba dari tanah rhizosfer yang kaya bahan organik dan berpotensi menghasilkan metabolit sekunder bioaktif.

Pemurnian bakteri dilakukan dengan metode gores, semua koloni yang memiliki bentuk berbeda dimurnikan pada media *Starch M-Protein Agar* untuk mendapatkan isolat murni. Isolat yang diperoleh kemudian digores berulang-ulang hingga diperoleh isolat tunggal. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 37 °C dan diamati pertumbuhannya selama 1x24 jam¹⁰.

Identifikasi bakteri rhizosfer

Morfologi bakteri

Semua isolat tunggal yang berhasil dimurnikan, ditumbuhkan pada media *Starch M-Protein Agar* kemudian dinkubasi selama ±1 minggu, selanjutnya diamati secara langsung morfologinya yaitu bentuk koloni, elevasi, tepi koloni dan warna koloni¹⁰.

Pengecatan Gram

Tahap pewarnaan gram dilakukan dengan mengoleskan isolat murni pada gelas objek yang telah dibersihkan menggunakan alkohol 70%. Kemudian difiksasi diatas api bunsen lalu ditetesi dengan cat gram A (kristal vioelt) sebanyak 2-3 tetes yang didiamkan selama 1 menit. Kemudian gelas objek dicuci dengan menggunakan air mengalir lalu dikeringkan. Sebanyak 2-3 tetes cat gram B (larutan lugol) ditetaskan diatas gelas objek dan dibiarkan selama 1 menit. Gelas ojek dicuci dengan air mengalir lalu dikeringanginkan. Gelas objek

kembali ditetsi 2-3 cat gram C (alkohol-aseton) dan dibiarkan selama 30 detik lalu dicuci kembali dan dikeringanginkan. Selanjutnya gelas objek ditetesi dengan larutan cat gram D (larutan safranin) sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 30 detik, lalu dicuci dan dikeringanginkan. Selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan pebesaran 100 kali¹⁰.

Penyiapan bakteri uji

Bakteri uji hasil peremajaan disuspensikan dengan larutan NaCl fisiologis 0,9% sampai diperoleh nilai transmittan 25% menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 580 nm dan sebagai blanko digunakan larutan NaCl fisiologis 0,9%¹¹.

Uji skrining antimikroba

Identifikasi awal dari isolat yang menghasilkan senyawa antibakteri dilakukan dengan cara uji hayati sebagai berikut: Semua isolat yang telah diinkubasi selama 7 hari pada media *Starch M-Protein Agar* dipotong menjadi disk/plug berdiameter 6 mm menggunakan pencadang yang telah di sterilkan. Setiap disk diletakkan di atas permukaan media *Nutrient Agar (NA)* yang telah diinokulasi secara merata dengan 100 µL suspensi bakteri uji (kepadatan setara McFarland 0,5). Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat di sekitar disk diamati dan diukur dalam satuan milimeter. Kloramfenikol (30 µg/disc) digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan disk

kosong tanpa isolat sebagai kontrol negatif.: >20 mm (*strong inhibition*), 5-10 mm (*moderate inhibition*) dan <5 mm (*weak inhibition*)¹².

Fermentasi

Fermentasi dilakukan pada suhu 28°C selama 11 hari dengan laju penggojokan 150 rpm. pH awal fermentasi adalah 6,8 dan meningkat menjadi 7,3 pada akhir fermentasi. Inokulum awal memiliki kepadatan optik (OD600) sebesar 0,5. Waktu panen ditentukan pada hari ke-11 berdasarkan kurva pertumbuhan, di mana produksi metabolit sekunder mencapai puncaknya pada fase stasioner¹².

Ekstraksi Senyawa metabolit

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode ekstraksi cair-cair dengan bantuan corong pisah. Cairan fermentasi kemudian diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat dengan perbandingan 1:1 (v/v). Lapisan etil asetat yang terbentuk di bagian atas dipisahkan, sementara lapisan yang berada dibawah diekstraksi kembali dengan perbandingan 1:1 (v/v). Proses ekstraksi ini dilakukan sebanyak tiga kali¹³.

Minimum Inhibitory Concentration (MIC)

Penentuan nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dilakukan dengan metode mikrodilusi dengan menggunakan konsentrasi 100.000 ppm, 50.000 ppm, 25.000 ppm, 12.500 ppm, 6.250 ppm, 3.125 ppm, 1.562 ppm. dari ekstrak hasil fermentasi isolat bakteri rhizosfer akar

tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) suspensi Mikroorganisme yang akan diuji disiapkan di dalam larutan *saline* atau Mueller-Hinton Broth hingga kekeruhan standar McFarland 0,5 (1×10^8 CFU ml⁻¹). Suspensi diencerkan 1:20 dalam larutan *saline*, dan 5 µl suspensi ini dipindahkan ke semua kecuali satu sumur dari 96-well tray yang berisi pengenceran dua kali lipat dari agen antimikroba yang akan diuji (antara 8 dan 12 ekstrak hasil fermentasi per tray) menggunakan inokulator plastik sekali pakai (sumur yang tersisa adalah *Broth Sterility Control*). Ukuran inokulum akhir adalah 5×10^5 CFU ml⁻¹ atau 5×10^4 CFU/sumur¹⁴. Setelah di inkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C di tambahkan *Triphenyltetrazolium chloride* (TTC) yang merupakan pereaksi khusus, setelah penambahan dan inkubasi selama 1 jam pada suhu 37°C akan menunjukkan perubahan menjadi warna merah karena adanya aktivitas bakteri¹³.

Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

Penentuan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) menggunakan metode *drop plate* dari chen 2003 yang dimodifikasi. Sebanyak 10 µL diambil dari sumuran yang jernih atau tidak ada pertumbuhan bakteri dari *plate* pada uji MIC, kemudian dimasukkan ke dalam media agar. Cairan dibiarkan mengering, kemudian diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Konsentrasi terkecil yang tidak ada

pertumbuhan mikroorganisme dinyatakan sebagai nilai MBC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan mengisolasi bakteri rhizosfer akar tanaman

porang (*Amorphophallus muelleri* blume) yang kemudian dilakukan pemurnian dan uji makroskopik serta mikroskopik. Hasil dari proses ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil identifikasi isolat bakteri rhizosfer dari akar tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* blume)

Isolate code	Macroscopic			Microscopic		
	Configuration	Margins	Elevation	Color	Form	Gram type
IBRAM-01	Round with raised margin	Wavy	Umbonate	Ivory	Coccus	(+) positive
IBRAM-02	Round with raised margin	Smooth	Raised	White	Coccus	(+) positive
IBRAM-03	Round	Smooth	Convex	White	Basil	(-) Negative
IBRAM-04	Round with raised margin	Hair lock-like	Raised	White	Basil	(-) negative
IBRAM-05	Round	Smooth	Raised	White	Coccus	(+) Positive
IBRAM-06	Round with raised margin	Wavy	Convex	Ivory	Basil	(+) positive
IBRAM-07	Irregular and spreading	Wavy	Raised	White	Basil	(+) positive
IBRAM-08	Round with raised margin	Irregular	Raised	Ivory	Basil	(+) positive
IBRAM-09	Round	Smooth	Raised	White	Basil	(-) Negative
IBRAM-10	Round with raised margin	Irregular	Raised	Ivory	Basil	(+) positive
IBRAM-11	Irregular and spreading	Irregular	Raised	White	Basil	(+) positive

Berdasarkan uji identifikasi dengan cara makroskopik dan mikroskopik di dapatkan 11 isolat dari bakteri rhizosfer dari akar tanaman porang, yang telah dipilih isolat yang berbeda antara satu sama lain, Setelah dilakukan uji identifikasi, kemudian dilakukan pengujian antagonis untuk mengetahui isolat yang berpotensi sebagai

antibakteri menggunakan medium *Mueller Hinton Agar* (MHA) dengan menggunakan 3 bakteri yang paling sering menjadi penyebab infeksi pencernaan yaitu *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae* dan *Vibrio cholera*, untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri dari setiap isolat yang diuji dan

diamati zona hambat yang terbentuk. Hasil dari uji antagonis dapat di lihat dari tabel 2.

yang di ujikan dan dilanjutkan pada pengujian selanjutnya Isolat IBRAM-10

Tabel 2. Hasil pengujian skrining aktivitas antibakteri

Kode isolat	Diameter Rerata Zona Hambat (mm)		
	<i>S. dysenteriae</i>	<i>V. cholera</i>	<i>E. coli</i>
IBRAM-01	9.47	10.58	nd
IBRAM-02	13.17	16.71	15.38
IBRAM-03	8.45	nd	nd
IBRAM-04	12.14	nd	nd
IBRAM-05	9.58	nd	nd
IBRAM-06	11.39	nd	nd
IBRAM-07	nd	nd	9.20
IBRAM-08	nd	12.42	nd
IBRAM-09	12.73	9.77	nd
IBRAM-10	15.85	16.89	nd
IBRAM-11	18.72	15.94	16.31

Keterangan :nd : *not detected* / tidak dapat di deteksi

Berdasarkan uji antagonis, isolat yang dapat menghambat ketiga bakteri uji adalah isolat IBRAM-02 dan isolat IBRAM-11, isolat IBRAM-02 menghasilkan diameter zona hambat sebesar 13.17 mm terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*, 16.71 mm terhadap bakteri *Vibrio cholera* dan 15.38 mm terhadap bakteri *Escherichia coli* sedangkan isolat IBRAM-11 menghasilkan diameter zona hambat sebesar 18.72 terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*, 15.94 mm terhadap bakteri *Vibrio cholera* dan 16.31 mm terhadap bakteri *Escherichia coli*. Dari hasil zona hambat yang terbentuk membuktikan bahwa isolat dengan kode IBRAM-02 dan IBRAM-11 memiliki potensi sebagai antibakteri terhadap 3 jenis bakteri

menghasilkan zona hambat cukup besar terhadap *S. dysenteriae* dan *V. cholerae*, namun tidak menunjukkan aktivitas terhadap *E. coli*. Oleh karena itu, tidak dilanjutkan ke tahap fermentasi karena seleksi berfokus pada isolat dengan spektrum luas.

Isolat yang terpilih difermentasi untuk memperoleh metabolit sekunder yang lebih banyak dengan menggunakan pelarut etil asetat hingga diperoleh ekstrak fermentat etil asetat isolat bakteri rhizosfer akar tanaman porang isolat IBRAM-2 dan isolat IBRAM-11 yang kemudian digunakan dalam pengujian *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dengan menggunakan menggunakan konsentrasi 100.000 ppm,

50.000 ppm, 25.000 ppm, 12.500 ppm, 6.250 ppm, 3.125 ppm, 1.562 ppm. Hasil pengujian MIC masing-masing ekstrak

fermentat etil asetat isolat bakteri rhizosfer akar tanaman porang dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian MIC IBRAM-2

Konsentrasi (ppm)	Bakteri uji		
	<i>S. dysenteriae</i>	<i>V. cholera</i>	<i>E. coli</i>
100.000	-	-	-
50.000	-	-	-
25.000	-	-	-
12.500	+	+	+
6.250	+	+	+
3.125	+	+	+
1.562	+	+	+

Keterangan : (+)= terdapat pertumbuhan bakteri; (-) = tidak terdapat pertumbuhan bakteri

Tabel 4. Hasil pengujian MIC IBRAM-11

Konsentrasi (ppm)	Bakteri uji		
	<i>S. dysenteriae</i>	<i>V. cholera</i>	<i>E. coli</i>
100.000	-	-	-
50.000	-	-	-
25.000	-	-	-
12.500	+	+	+
6.250	+	+	+
3.125	+	+	+
1.562	+	+	+

Keterangan : (+)= terdapat pertumbuhan bakteri; (-) = tidak terdapat pertumbuhan bakteri

Berdasarkan hasil pengujian MIC dari ekstrak fermentat etil asetat isolat bakteri rhizosfer akar tanaman porang isolat IBRAM-2 dan IBRAM-11 terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, dan *Vibrio cholerae* (tabel 3 dan tabel 4) diperoleh 3 konsentrasi yang menghambat yaitu 100.000, 50.000, dan 25.000 ppm. Hal

ini ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna menjadi merah setelah di berikan TTC. Sehingga dapat di simpulkan bahwa nilai MIC atau konsentrasi terendah dari IBRAM-2 dan IBRAM-11 adalah 25.000 ppm.

Hasil uji MIC kemudian dilanjutkan dengan pengujian *Minimum Bactericidal*

Concentration (MBC) . Hasil pengujian nilai MBC dapat di lihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Hasil pengujian MBC IBRAM-2

Konsentrasi (ppm)	Bakteri uji		
	<i>S. dysenteriae</i>	<i>V. cholera</i>	<i>E. coli</i>
100.000	-	-	-
50.000	-	-	-
25.000	+	-	-
12.500	+	+	+
6.250	+	+	+
3.125	+	+	+
1.562	+	+	+

Keterangan :(+)= terdapat pertumbuhan bakteri; (-) = tidak terdapat pertumbuhan bakteri

Tabel 6. Hasil pengujian MBC IBRAM-11

Konsentrasi (ppm)	Bakteri uji		
	<i>S. dysenteriae</i>	<i>V. cholera</i>	<i>E. coli</i>
100.000	-	-	-
50.000	-	-	-
25.000	-	-	-
12.500	+	+	+
6.250	+	+	+
3.125	+	+	+
1.562	+	+	+

Keterangan : (+)= terdapat pertumbuhan bakteri; (-) = tidak terdapat pertumbuhan bakteri

Berdasarkan hasil pengujian MBC dari ekstrak fermentat etil asetat isolat bakteri rhizosfer akar tanaman porang isolat IBRAM-2 dan IBRAM-11 terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Vibrio cholerae* (tabel 5 dan tabel 6) diperoleh 3 konsentrasi yang membunuh yaitu 100.000, 50.000, dan 25.000 ppm. Namun pada *Shigella dysenteriae* pada IBRAM-2 hanya dapat

membunuh pada konsentrasi 100.000 dan 50.000 ppm, berbeda pada IBRAM-11 yang dapat membunuh mulai dari konsentrasi 25.000 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa isolat IBRAM-2 untuk bakteri *Shigella dysenteriae* memiliki nilai MBC 50.000 ppm sedangkan pada *Escherichia coli* dan *Vibrio cholerae* memiliki nilai MBC 25.000 ppm.

Isolat IBRAM-11 memiliki nilai MBC pada ketiga bakteri sebesar 25.000 ppm.

Tingginya nilai MBC dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan senyawa aktif dalam ekstrak atau mekanisme kerja zat antimikroba yang kurang efektif terhadap bakteri uji. Pelarut etil asetat dipilih karena sifat semi-polar yang mampu mengekstrak senyawa seperti flavonoid, alkaloid, dan senyawa fenolik. Namun, pelarut ini mungkin kurang efektif dalam mengekstrak senyawa polar seperti peptida atau lipopeptida yang dikenal memiliki aktivitas antimikroba kuat, seperti surfaktin dan iturin. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa bakteri rhizosfer dari tanaman lain, seperti pegagan dan padi, menghasilkan surfaktin dan iturin dengan potensi antibakteri yang tinggi terhadap patogen serupa. Keterbatasan lain dari penelitian ini adalah belum dilakukan uji sitotoksitas dan stabilitas ekstrak untuk mendukung potensi aplikatif lebih lanjut hal ini sejalan dengan penelitian Jannah (2025) dengan menggunakan ekstrak dari tanaman umbi porang (*Amorphophallus muelleri* blume) pada penelitian Jannah menggunakan seri konsentrasi yaitu 250.000 ppm dengan menggunakan bakteri *Salmonella Typhi*. Sedangkan pada penelitian ini kedua isolat memiliki nilai MIC sebesar 25.000 ppm terhadap seluruh bakteri uji. Nilai MBC IBRAM-2 terhadap *Shigella dysenteriae* adalah 50.000 ppm, dan terhadap dua bakteri lainnya sebesar 25.000 ppm.

Sementara itu, isolat IBRAM-11 memiliki nilai MBC sebesar 25.000 ppm terhadap ketiga bakteri uji. Hal ini menunjukkan bahwa kedua isolat memerlukan konsentrasi yang sangat tinggi untuk membunuh bakteri uji, sehingga aktivitas antimikrobanya tergolong lemah.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengisolasi sebelas isolat bakteri dari rhizosfer akar tanaman porang, di mana dua isolat terpilih, yaitu IBRAM-2 dan IBRAM-11, menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, dan *Vibrio cholerae*. Zona hambat yang terbentuk berkisar antara 13,17–18,72 mm, dengan nilai MIC sebesar 25.000 ppm dan MBC antara 25.000–50.000 ppm. Meskipun aktivitas antibakteri ditunjukkan, efektivitasnya masih tergolong lemah karena diperlukan konsentrasi tinggi untuk menghambat dan membunuh bakteri uji. Temuan ini memberikan dasar bahwa bakteri rhizosfer porang memiliki potensi sebagai sumber senyawa antimikroba. Studi lanjutan seperti fraksinasi terarah berbasis bioaktivitas, karakterisasi senyawa aktif, serta identifikasi molekuler menggunakan analisis sekuen gen 16S rRNA sangat diperlukan untuk mengoptimalkan potensi aplikatif isolat yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nugroho AW. *Jawetz, Melnick & Adelberg: Mikrobiologi Kedokteran*. 25th ed. Jakarta: EGC; 2012.

2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Profil Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2022.
3. World Health Organization (WHO). *Antimicrobial Resistance*. At the Malbrán Institute in Buenos Aires, Argentina, scientists study bacteria samples from across Latin America to track and control the emergence of antimicrobial resistance (AMR). 2023. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
4. Hasanuddin R, Alim N, Rahma NR. Characterization of Endophytic Fungi in Robusta Coffee (*Coffea canephora* L.) Beans Through 18S rRNA Gene Sequencing and Evaluation of Antioxidant Activity and Chlorogenic Acid Content. *J Penelit Pendidik IPA*. 2023;9(11):9964–9972.
5. Erlina M, Muhtadi. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), Suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*), Iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*), dan Walur (*Amorphophallus campanulatus*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. *Urecol*. 2021;:622–631.
6. Khan A, Rahman M, Islam MS. Antibacterial, Antifungal, and Cytotoxic Activities of Salviasperanol Isolated from *Amorphophallus campanulatus*. *Pharm Biol*. 2009;47(12):1187–1191.
7. Maulana R, Bahar M, Nugrohowati N. Efektivitas Isolat *Actinomycetes* dari Sampel Tanah Kebun Raya Bogor dalam Menghambat Pertumbuhan *Salmonella typhi* secara *In Vitro*. *Semin Nas Ris Kedokt*. 2022;3(1):147–155.
8. Maulidiyah Z, Dali S, Rusli R, Naid T. Isolasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) yang Berpotensi sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Pencernaan. *Wind Heal J Kesehat*. 2020;3(2):132–139.
9. Khairani K, Aini F, Riany H. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Sawit Jambi. *Al-Kauniyah J Biol*. 2019;12(2):198–206.
10. Nuraini C, Saida S, Suryanti S, Nontji M. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Jagung pada Fase Vegetatif dan Generatif. *AGrotekMAS J Indones J Ilmu Peranian*. 2020;1(1):24–30.
11. Noverita, Fitria D, Sinaga E. Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang. *J Farm Indones*. 2009;4(4):171–176.
12. Rante H, Wahyono, Murti YB, Alam G. Purifikasi dan Karakterisasi Senyawa Antibakteri dari *Actinomycetes* Asosiasi Spons terhadap Bakteri Patogen Resisten. *Maj Farm Indones*. 2010;21(3):158–165.
13. Rachim, Husodo SB, Arifudin M. Uji Fitokimia dan Bioaktivasi Daun Katuk Hutan (*Phyllanthus reticulatus* var. *glaber*). *J Kehutan Papuasiasia*. 2020;6(1):47–61.
14. Barenfanger J, Drake C, Kharhori N. Improving Antimicrobial Susceptibility Testing. *Lab Med*. 2015;29(1):45–52.
15. Utomo SB, Fujiyanti M, Lestari WP, Mulyani S. Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa C-4-Methoxyphenylcalix[4]resorcinarene Termodifikasi Hexadecyltrimethylammonium Bromide terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *JKPK (J Kim Pendidik Kim)*. 2018;3(3):201–209.
16. Jannah M. Test the Effectiveness of Porang Tuber Extract (*Amorphophallus muelleri* Blume) Against *Salmonella typhi* Bacteria. 2025.