

Isolation Endophyte Bacteria from Keladi Merah (*Caladium bicolor* L.) as Activity Potential Antimicroba

Anggraini Putri Utami^{1*}, Yuyun Nisaul Khairillah¹, Nur Jati Jagad¹, Galih Dwiki Ramanda¹

¹Program Studi Bioteknologi, Institut Teknologi dan Kesehatan Muhammadiyah, Kalimantan Barat, Indonesia;

Article History

Received : February 06th, 2025

Revised : March 20th, 2025

Accepted : April 13th, 2025

*Corresponding Author:

Anggraini Putri Utami,
Program Studi Bioteknologi,
Institut Teknologi dan
Kesehatan Muhammadiyah
Kalimantan Barat, Indonesia;
Email: anggrainiputriutami
@itekesmukalbar.ac.id

Abstract: Since endophytic bacteria are known to generate bioactive substances with possible antibacterial qualities, they present a viable substitute for antibiotics in the fight against antibiotic resistance, especially in harmful bacteria like *Staphylococcus aureus*. This study aimed to isolate and identify potential endophytic bacteria from red caladium plants (*Caladium bicolor* L.) and evaluate their antimicrobial activity against *S. aureus*, a Gram-positive bacterium notorious for its antibiotic resistance. The research was conducted using the disc diffusion method to assess the inhibitory effects of endophytic bacterial isolates on *S. aureus* growth. The results revealed varying levels of antimicrobial activity among the isolates, with isolate CLB242 demonstrating an average inhibition zone of 16.33 mm, isolate CLB244 showing an average of 17.6 mm, and isolate CLB245 showed an inhibition zone of 4 mm. Meanwhile, other isolates did not produce any inhibition zones, suggesting possible resistance or undetectable active compounds. Certain endophytic bacterial isolates from *Caladium bicolor* L. exhibit promising antimicrobial activity against *S. aureus*, highlighting their potential as sources of novel antimicrobial agents. Further research is recommended to identification of the active isolates molecular profiles and characterization of their bioactive compounds responsible for the observed antimicrobial effects, as well as to explore their mechanisms of action and potential applications in pharmaceutical development.

Keywords: Antimicrobial, *Caladium bicolor* L., endophytic bacteria, *Staphylococcus aureus*.

Pendahuluan

Tanaman keladi merah (*Caladium bicolor* L.), juga dikenal sebagai tanaman daun elephant ear, atau tanaman keladi merah, merupakan tanaman hias yang umumnya tumbuh di daerah tropis. Tanaman ini telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai kondisi kesehatan, termasuk infeksi dan peradangan. Tanaman ini tumbuh dari umbi bulat atau memanjang yang terletak di bawah tanah. Umumnya tanaman ini tumbuh di hutan hujan tropis dan daerah lembap lainnya dengan suhu yang hangat dan kelembaban tinggi (Ye *et al.*, 2022) dan dapat

tumbuh baik di tempat teduh atau setengah teduh (Anania *et al.*, 2017). *Caladium bicolor* L. digunakan terutama sebagai tanaman hias dalam taman, pot, dan sebagai tanaman indoor

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa tanaman (*Caladium bicolor* L.) mengandung senyawa-senyawa aktif yang memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus memfokuskan pada bakteri yang berdampingan dengan tanaman ini dan potensi bakteri tersebut sebagai agen antimikroba. Studi membuktikan, bahwa mikroorganisme yang hidup dalam simbiosis dengan tanaman dapat menghasilkan senyawa-

senyawa bioaktif yang memiliki sifat antimikroba dan antioksidan (Compant et al., 2019). Resistensi antibiotik yang terus meningkat merupakan masalah kesehatan global yang mendesak, sehingga pencarian sumber antimikroba baru, termasuk dari tumbuhan, menjadi sangat penting (Tacconelli et al., 2018). Laporan mengenai resistensi antimikroba dan penggunaan antimikroba secara global tersedia dalam artikel pada laman WHO berjudul *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System* (GLASS). Oleh karena itu, isolasi dan karakterisasi bakteri dari tanaman (*Caladium bicolor* L.) dapat memberikan wawasan baru tentang potensi mikroba ini sebagai sumber potensial untuk pengembangan obat-obatan baru.

Bakteri yang diisolasi dari tanaman obat dapat menghasilkan bahan kimia bioaktif dengan tindakan antibakteri yang substansial, menurut penelitian oleh Vaou et al., (2021), dapat digunakan sebagai sumber potensial untuk pengembangan obat-obatan baru dan penelitian yang dilakukan oleh (El-Deeb et al., 2013) bakteri endofit dari tanaman terapeutik *Plectranthus tenuiflorus*, yang tumbuh di gurun Arab Saudi, berhasil diisolasi, dikarakterisasi, dan aktivitas antimikrobanya diuji. Beberapa isolat bakteri endofit dalam penelitian ini menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat terhadap bakteri patogen, termasuk *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan jamur.

Tanaman keladi sendiri memiliki senyawa yang berpotensi sebagai antimikroba. Sama dengan penelitian (Essien et al., 2015) dimana menguji kandungan fitokimia, aktivitas antimikroba, dan antioksidan dari daun dan umbi tiga spesies keladi, dan dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa daun dan umbi dari ketiga spesies keladi memiliki kandungan fitokimia yang beragam dan menunjukkan aktivitas antimikroba serta antioksidan. Hasil ini menunjukkan potensi tanaman keladi sebagai sumber senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi, pertanian, atau industri makanan. Kemudian, penelitian terhadap tanaman kuping tikus yang dilakukan oleh Sukiman dan Nuriyanah (2016), tiga dari 26 isolat bakteri endofilik mampu menekan

perkembangan bakteri *E. coli*, sedangkan sembilan isolat bakteri endofilik mampu mencegah pertumbuhan bakteri patogen *B. subtilis*.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan, diketahui beberapa penelitian sebelumnya telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa antimikroba dari bakteri endofit yang berasal dari berbagai jenis tumbuhan, termasuk tanaman obat dan tanaman pertanian. *Caladium bicolor*, sebagai salah satu tanaman hias yang populer, juga berpotensi menjadi sumber bakteri endofit penghasil antimikroba. Dengan demikian, isolasi dan karakterisasi bakteri dari tanaman *Caladium bicolor* dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan obat-obatan baru yang efektif melawan infeksi mikroba. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan terbaru dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi bakteri dari tanaman *Caladium bicolor* L. sebagai potensi agen antimikroba dan penelitian ini diharapkan bisa menjadi sumber data ilmiah dan informasi tentang isolat bakteri potensial dari tanaman *Caladium bicolor* L.

Bahan dan Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini tanaman keladi merah (*Caladium bicolor* L.) yang digunakan berasal dari lingkungan rumah dan pasar tanaman hias, penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan kemudian preparasi sampel tanaman *Caladium bicolor* L. pengujian sampel secara kualitatif dengan pengamatan secara makro dan pengamatan zona hambat. Pelaksanaan penelitian di Laboratorium Terpadu, Institut Teknologi dan Kesehatan Muhammadiyah Kalimantan Barat. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan uji laboratorium dan studi literatur

Preparasi Sampel dan Pembuatan Media

Tanaman *Caladium bicolor* diambil dari lingkungan rumah dan pasar tanaman hias yang ada di Pontianak, Kalimantan Barat. Bagian tanaman yang sampel yang digunakan adalah daun batang dan akar dari *Caladium bicolor*. Tanaman dibersihkan dari kotoran dengan air

mengalir, kemudian dibersihkan kembali dengan mencuci menggunakan aquades steril dan dikeringkan menggunakan tissue steril. Media Nutrient Agar ditambang sebanyak 28 gram dan dilarutkan pada 1000 mL aquades, dihomogenkan menggunakan *hot plate* dan stirrer hingga mendidih dan larut. Setelah itu, media diautoklaf selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Setelah sterilisasi, agar nutrisi dipindahkan secara aseptik dalam aliran udara laminar ke dalam cawan petri (Siddiquee, 2017)

Isolasi Bakteri

Sampel tanaman daun, akar dan batang dari *Caladium bicolor* L. yang sudah dicuci dengan aquades steril dipotong-potong dan disterilisasi permukaannya. Perendaman dalam larutan etanol 75% selama satu menit dan kemudian larutan natrium hipoklorit 5,3% selama lima menit adalah langkah pertama dalam prosedur sterilisasi. Untuk membuang sisa-sisa sterilan, sampel kemudian direndam lagi selama 30 detik dalam larutan etanol 75%. Air suling steril kemudian digunakan untuk membilas sampel yang disterilkan tiga kali. Untuk memastikan tidak ada perkembangan mikrobiologis setelah proses sterilisasi, air suling ketiga yang telah dicuci disimpan dan digunakan sebagai kontrol negatif. Pertumbuhan bakteri endofit kemudian dipantau dengan menanam bagian daun, akar, dan batang yang steril secara terbalik pada media Nutrient Agar (NA). Setelah disemai dengan sampel, media NA diinkubasi selama dua hingga empat hari pada suhu ruangan. Koloni bakteri yang tumbuh dari bagian tanaman kemudian dipisahkan dan dimurnikan secara bertahap melalui serangkaian subkultur (Sun et al. 2008).

Identifikasi Bakteri

Langkah pertama identifikasi bakteri adalah sebanyak 1 ose bakteri diambil dan digores-goreskan pada permukaan kaca objek ditetesi aquades teril, kemudian dilakukan fiksasi di atas api. Selanjutnya, satu tetes kristal violet akan ditambahkan ke permukaan kaca objek yang telah berisi lapisan bakteri dan didiamkan selama 1 menit. Setelah itu, preparat akan dibilas dengan air sampai zat warna luntur, kemudian dikeringkan di atas api spiritus.

Pewarnaan Gram digunakan untuk mewarnai sediaan mikroskopis yang mengandung mikroorganisme endofit. Setelah pengeringan, sediaan dibilas dengan air, ditetaskan lugol selama satu menit, lalu dihilangkan warnanya menggunakan alkohol 96%. Setelah pembilasan dan pengeringan dengan air lagi, ditambahkan alkali fuchsin selama 45 detik, diikuti pembilasan dan pengeringan dengan air lagi. Sediaan yang diwarnai disiapkan untuk pemeriksaan mikroskopis. Bakteri Gram positif diidentifikasi dengan hasil pewarnaan ungu, sedangkan bakteri Gram negatif diidentifikasi dengan hasil pewarnaan merah. Pengamatan makroskopis dilakukan setelah mendapatkan isolat tunggal, yaitu dengan pengamatan morfologi koloni secara visual (makroskopis) dengan memperhatikan parameter-parameter seperti warna, tekstur permukaan, bentuk keseluruhan koloni, bentuk tepian koloni, dan ketinggian (elevasi) koloni (Sessitsch et al., 2004).

Uji Aktivitas Antimikroba

Shaker diinkuasi selama 24 jam dan media *Nutrient Broth* (NB) diinokulasi dengan bakteri *Staphylococcus aureus*, dan campuran tersebut diinkubasi selama sehari penuh. Untuk menguji aktivitas antimikroba, bakteri patogen *Staphylococcus aureus* disuntikkan hingga 1 ml ke dalam media Nutrient Agar (NA) pada cawan petri menggunakan metode spread plate. Untuk melakukan percobaan mikrobiologi, 0,2 mL bakteri yang terpisah ditetaskan ke kertas cakram dan kemudian ditanam pada media Nutrient Agar yang telah disuntikkan dengan bakteri patogen *Staphylococcus aureus*. Selama satu hingga dua hari, kultur bakteri yang ditanam dipelihara di dalam ruangan. Luas zona penghambatan yang berkembang diukur dan dipantau. Wilayah (dalam mm) yang dibuat oleh respons pertahanan bakteri endofit terhadap bakteri patogen ditunjukkan oleh ukuran zona penghambatan. Kertas cakram digunakan untuk mencetak zona penghambatan yang terlihat pada permukaan cawan petri (Balouri et al., 2016).

Analisis data

Data dianalisis melalui dua pendekatan, yaitu kualitatif dan kuantitatif, di mana analisis kualitatif dilakukan dengan mengamati keberadaan zona hambat (zona bening) di sekitar

kertas cakram untuk menentukan aktivitas antimikroba isolat terhadap *Staphylococcus aureus*, dengan isolat yang tidak menunjukkan zona hambat dianggap tidak aktif, sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk untuk menentukan tingkat efektivitas antimikroba, di mana isolat dengan diameter zona hambat yang lebih besar dianggap lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Hasil pewarnaan Gram digunakan untuk mengidentifikasi jenis bakteri endofit (Gram positif atau Gram negatif), di mana bakteri yang berwarna ungu diklasifikasikan sebagai Gram positif dan yang berwarna merah sebagai Gram negatif, yang data ini digunakan untuk memahami karakteristik bakteri endofit yang diisolasi (Paray et al., 2023).

Hasil dan Pembahasan

Preparasi sampel dan Isolasi Bakteri Endofit tanaman *Caladium Bicolor* L.

Media pertumbuhan Nutrient disterilkan pada suhu 121°C dalam autoklaf selama 30 menit untuk memastikan sterilitas. Penuangan media yang telah steril secara aseptis di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) bertujuan untuk menciptakan kondisi kultur yang bersih dan bebas dari kontaminan, sehingga pertumbuhan mikroorganisme yang berasal dari sampel tanaman dapat diamati secara akurat. Sampel tanaman yang diisolasi adalah 2 jenis tanaman dari *Caladium bicolor* L. dan bagian yang digunakan dari tanaman tersebut adalah daun, batang dan akar (Uche et al., 2019)

Bagian tanaman *Caladium bicolor* L. yang diperoleh dari lingkungan sekitar dan pasar tanaman hias di Pontianak disterilkan secara aseptik untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme lain. Pemilihan daun sebagai bagian tanaman yang diteliti karena permukaan daun merupakan bagian yang paling sering terpapar oleh berbagai jenis mikroorganisme. Bakteri endofit menghasilkan beragam senyawa aktif yang bermanfaat bagi tanaman dan melindunginya dari perubahan lingkungan. Jenis bakteri dan senyawa aktif ini berbeda-beda tergantung pada bagian tanaman (akar, batang, daun), sehingga menciptakan interaksi yang kompleks dan saling menguntungkan (Nair & Padmavathy, 2014).

Setelah proses sterilisasi, potongan bagian tanaman ditempatkan pada media NA dan

diinkubasi pada suhu ruang. Metode kultur jaringan ini memungkinkan pertumbuhan koloni bakteri yang berasal dari permukaan daun tanaman. Koloni bakteri yang tumbuh kemudian dimurnikan secara bertahap untuk mendapatkan kultur murni yang dapat digunakan untuk identifikasi lebih lanjut. Langkah pemurnian koloni penting untuk dilakukan untuk memastikan karakteristik bakteri yang diperoleh hanya berasal dari satu spesies bakteri (Jufri, 2020).

Identifikasi Bakteri Endofit

Isolat bakteri sebanyak 6 isolat yang sudah diisolasi dari tanaman *Caladium bicolor*. Isolat bakteri ini berasal dari bagian daun akar dan batang. Waktu pertumbuhan untuk isolat bakteri sendiri tergolong cepat, terdapat 3 isolat dengan waktu pertumbuhan selama 24 jam sedangkan untuk 3 isolat lain tumbuh selama 48 jam. Hasil pewarnaan Gram bakteri dari 6 isolat murni yang diisolasi, 4 diantaranya adalah bakteri Gram positif dan 2 isolat lain merupakan bakteri Gram negatif. Setelah pewarnaan Gram, isolat dianalisis morfologinya, keenam isolat bakteri tersebut menunjukkan variasi morfologi yang cukup beragam, mulai dari bentuk kokus hingga basil, baik tunggal, berpasangan, maupun dalam rantai. Isolat ini diberi kode CLB241 CLB242 CLB243 CLB244 CLB245 dan CLB246

Tabel 1. Pengamatan Makroskopis Isolat Bakteri Endofit Tanaman Keladi Merah

Kode isolat	Makroskopis		
	Bentuk	Tepian	Elevasi
CLB241	Irregular	Irregular	Flat
CLB242	Circular	Undulate	Cembung
CLB243	Irregular	Rata	Flat
CLB244	Irregular	Irregular	Flat
CLB245	Memanjang	rata	Flat
CLB246	Circular	Undulate	Cembung

Tabel 2. Pengamatan Mikroskopis Isolat Bakteri Endofit Tanaman keladi Merah

Kode Isolat	Mikroskopis	
	Warna	Gram
CLB241	Putih	Negatif
CLB242	Putih	Positif
CLB243	Putih	Negatif
CLB244	Putih	Positif
CLB245	Putih susu	Positif
CLB246	Putih susu	Positif

Bakteri endofit dapat memberikan berbagai manfaat bagi tanaman inang, seperti meningkatkan pertumbuhan, melindungi dari patogen, dan membantu penyerapan nutrisi (Rosenblueth & Martínez-Romero, 2006). Temuan makroskopis dan mikroskopis penelitian ini mengungkapkan tingkat keragaman yang tinggi di antara enam isolat bakteri endofit yang diambil dari berbagai bagian tanaman *Caladium bicolor* L. Morfologi koloni bakteri menunjukkan variasi yang signifikan antar isolat. Isolat CLB241 dan CLB243 memiliki bentuk koloni irregular (tidak beraturan) dengan tepi irregular (tidak beraturan) dan rata, serta elevasi flat (datar). Koloni bakteri ini berwarna putih. Bentuk koloni yang tidak beraturan menunjukkan pertumbuhan yang tidak terfokus pada satu titik, melainkan menyebar ke berbagai arah (Kearns, 2010). Isolat CLB242 dan CLB246 memiliki bentuk koloni circular (melingkar) dengan tepi undulate (bergelombang) dan elevasi cembung. Keduanya memiliki warna putih dan putih susu. Bentuk koloni yang melingkar dan elevasi cembung menandakan pertumbuhan yang berpusat pada satu titik dan membentuk kubah (Kearns, 2010). Isolat CLB245 memiliki bentuk koloni memanjang dengan tepi rata dan elevasi flat. Koloni bakteri ini berwarna putih susu. Bentuk memanjang ini mengindikasikan pertumbuhan yang lebih dominan ke satu arah (Kearns, 2010).

Keanekaragaman bakteri yang tinggi dari tanaman *Caladium bicolor* L. menunjukkan bahwa bakteri endofit dari *Caladium bicolor* L. dapat memiliki berbagai fungsi yang berbeda dan bermanfaat bagi tanaman. Keragaman morfologi bakteri yang diperoleh dari berbagai bagian tanaman *Caladium bicolor* L. kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi mikro lingkungan yang berbeda pada masing-masing bagian tanaman (Swift et al., 2023).

Hasil pada penelitian ini, memperlihatkan bahwa koloni bakteri tampak bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, dan juga warna. Setiap bagian tanaman, seperti akar, batang, dan daun, memiliki lingkungan yang unik dengan ketersediaan nutrisi, kelembaban, dan faktor lainnya yang berbeda. Perbedaan ini dapat mempengaruhi jenis bakteri yang mampu tumbuh dan berkembang di bagian tanaman tersebut (Lugtenberg et al., 2013). Pengamatan mikroskopis dengan pewarnaan Gram tidak

hanya memberikan informasi tentang jenis dinding sel bakteri yaitu gram positif atau Gram negatif, akan tetapi juga memberikan informasi tentang morfologi sel bakteri.

Hasil penelitian ini, ditemukan variasi bentuk sel bakteri, yaitu kokus (bulat) dan basil (batang). Bentuk sel bakteri merupakan salah satu ciri penting dalam identifikasi bakteri. Selain bentuk, susunan sel bakteri juga bervariasi, bentuk sel adalah sifat yang dapat dipilih secara selektif dan dapat dipelajari secara eksperimental. Pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme pengaturan bentuk sel dapat membantu memanipulasi morfologi bakteri untuk meningkatkan kelangsungan hidup mereka dalam berbagai kondisi. (Young, 2008) Pada penelitian ini, beberapa isolat yang ditemukan berbentuk tunggal, berpasangan, rantai, dan kelompok.

Aktivitas Antimikroba Bakteri Endofit Tanaman *Caladium bicolor* L.

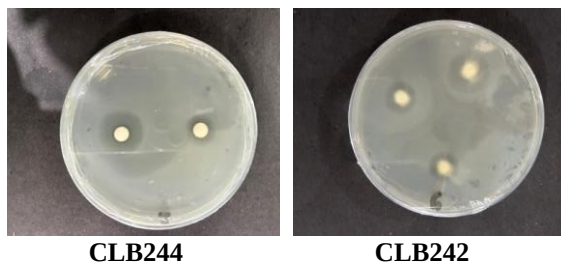
Metode difusi cakram digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba bakteri. Teknik ini dilakukan dengan meletakkan kertas cakram steril yang telah diresapi dengan masing-masing larutan bakteri yang diisolasi pada media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji (Arinda et al., 2019). Zona bening akan terbentuk di sekitar cakram dalam cawan petri jika antibiotik berhasil mencegah pertumbuhan bakteri uji, khususnya *Staphylococcus aureus*. Terbentuknya zona bening menunjukkan area di mana pertumbuhan dari yaitu *Staphylococcus aureus*, terhambat atau tidak terjadi.

Tabel 3. Uji Aktivitas Antimikroba dengan bakteri patogen *Staphylococcus aureus*

Kode Isolat	Rata-rata Zona Bening (mm)
CLB241	-
CLB242	16,33
CLB243	-
CLB244	17,6
CLB245	4
CLB246	-

Penanda digunakan untuk membagi bagian luar cawan petri menjadi tiga bagian. Cakram antimikroba dikelilingi oleh zona bening, menurut hasil. Karena menciptakan zona bening 20 mm, aktivitas antimikroba pada cakram pertama pada isolat bakteri CLB242 memiliki

daya hambat tertinggi terhadap pertumbuhan mikroorganisme uji. Aktivitas antimikroba pada cakram kedua memiliki daya hambat 16 mm, dan aktivitas antimikroba pada cakram ketiga memiliki daya hambat 13 mm. Isolat bakteri CLB242 memiliki zona hambat rata-rata 16,33 mm. Aktivitas antimikroba dari isolat bakteri CLB244 menghasilkan zona bening pada cakram pertama dengan daya hambat 22 mm, dan daya hambat sedang 13,2 mm pada cakram kedua. Isolat bakteri CLB244 memiliki zona hambat rata-rata 17,6 mm. Daya hambat rata-rata isolat bakteri yang mengandung kode CLB245 adalah 4 mm. Variasi ukuran zona bening menandakan variasi kemanjuran antimikroba dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme uji. Aktivitas antibakteri isolat meningkat seiring dengan ukuran zona bersih (Seko et al., 2021).



Gambar 1. Zona bening isolate bakteri endofit tanaman *Caladium bicolor* L.

Setelah pengujian antimikroba, beberapa isolat bakteri gagal membentuk zona penghambat. Jika isolat bakteri tidak menunjukkan zona penghambat selama pengujian, ada sejumlah alasan mengapa, termasuk kemungkinan bakteri tersebut resisten terhadap antimikroba yang diuji. Sejumlah metode, termasuk modifikasi target aktivitas antimikroba, sintesis enzim yang membuat antimikroba tidak aktif, atau modifikasi mekanisme transportasi antimikroba ke dalam sel bakteri, dapat mengakibatkan resistensi ini (Munita & Arias, 2016). Zona hambat tidak terbentuk dapat juga dikarekan senyawa-senyawa pada isolat bakteri hadir dalam jumlah yang terlalu kecil untuk terdeteksi oleh metode pengujian yang digunakan, atau berupa senyawa aktif potensial yang belum teridentifikasi (Simarmata et al., 2007). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ijeoma et al., 2019), dari ekstrak daun *Caladium Bicolor* ditemukan senyawa fitokimia yaitu seperti alkaloid, flavonoid, tanin,

dan saponin. Senyawa - senyawa inilah yang diketahui berkontribusi pada sifat antimikroba, sehingga memberikan bukti ilmiah yang mendukung penggunaan tradisional *Caladium bicolor* dan mengeksplorasi potensinya sebagai sumber agen antimikroba alami.

Staphylococcus aureus berperan sebagai bakteri uji dalam penelitian ini. Karena kemampuannya menghasilkan berbagai zat bioaktif, bakteri endofit berpotensi mengurangi pertumbuhan bakteri berbahaya secara signifikan, khususnya *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis* (Singh et al., 2017). *S. aureus*, sebagai patogen utama dari kelompok bakteri Gram positif, seringkali resisten terhadap antibiotik golongan MRSA (*Meticillin-Resistant Staphylococcus aureus*) seperti penisilin, ampicilin, metisilin, amoksisilin, dan piperasilin (Worku et al., 2023). Resistensi ini menjadi masalah klinis yang serius karena *S. aureus* dapat menyebabkan berbagai infeksi, termasuk meningitis, pneumonia, dan infeksi saluran pernapasan (Sukiman & Nuriyanah, 2016). Oleh karena itu, senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh bakteri dari tanaman keladi merah (*Caladium bicolor* L.) diharapkan dapat menjadi sumber obat baru yang efektif untuk mengatasi infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus*.

Kesimpulan

Terdapat 6 isolat bakteri endofit dari tanaman Keladi merah (*Caladium bicolor* L.). Sebanyak 2 isolat bakteri teridentifikasi Gram negatif yaitu isolat dengan CLB241 dan CLB243 dan 4 isolat bakteri merupakan Gram positif yaitu CLB242, CLB244, CLB245 dan CLB246. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis menunjukkan keanekaragaman morfologi koloni dan sel bakteri yang signifikan antar isolat. Perbedaan bentuk, tepi, elevasi, warna koloni, serta bentuk dan susunan sel bakteri menunjukkan potensi variasi fungsi dan adaptasi bakteri endofit terhadap lingkungan mikro yang berbeda di setiap bagian tanaman. Isolat CLB242 dan CLB244 menunjukkan aktivitas antimikroba dengan rata-rata zona hambat zona sebesar 16,33 mm dan 17,6 mm. Isolat CLB245 dengan daya hambat yang lebih kecil, yaitu 4 mm. Perbedaan ukuran zona bening mengindikasikan perbedaan tingkat efektivitas antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme uji.

Semakin besar zona bening, semakin efektif antimikroba tersebut dan isolat yang tidak menghasilkan zona hambat sama sekali, menunjukkan kemungkinan resistensi atau senyawa aktif yang tidak terdeteksi. Penelitian ini dapat menjadi sumber pengetahuan terbaru, khususnya dalam bidang mikrobiologi dan penemuan obat, karena mengungkap potensi bakteri endofit dari *Caladium bicolor* L. sebagai sumber senyawa antimikroba baru untuk melawan *S. aureus*, patogen yang semakin resisten terhadap antibiotik konvensional. Secara ekonomi, pengembangan antimikroba berbasis bakteri endofit dapat menurunkan ketergantungan pada antibiotik sintetik, mengurangi biaya pengobatan infeksi resisten, dan membuka peluang komersialisasi produk biofarmasetikal. Penelitian lanjutan seperti identifikasi molekuler isolat aktif dan karakterisasi senyawa antimikroba yang dihasilkan untuk pengembangan lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Majelis DIKTILITBANG PP Muhammadiyah dan Pusat Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan Inovasi (P2MI), Institut Teknologi dan Kesehatan Muhammadiyah Kalimantan Barat sebagai pemberi dana penelitian, sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, pen terima kasih kepada seluruh rekan-rekan dosen dari Program Studi Bioteknologi yang telah berperan aktif, serta mahasiswa yang terlibat, sehingga penelitian ini dapat berjalan tanpa kendala.

Referensi

- Anania, A., Mukarlina, & Linda, R. (2017). Pertumbuhan dan Kandungan Pigmen Tanaman Keladi (*Caladium bicolor* Aiton Vent) pada Tanah yang Merkuri ($HgCl_2$). *Jurnal Protobiont*, 6(3), 215–221. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v6i3>
- Arinda, Y., Fitriana, N., Arfiana, V., Fatimah, N., & Shabrina, A. (2019). Aktivitas Anti Bakteri Daun Sirih: Uji Ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). 16(2), 101–108. doi:10.30595/st.v16i2.7126
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review \$. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: Ecology, functions, and emerging trends in microbial application. *Journal of Advanced Research*, 19, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.004>
- El-Deeb, B., Fayez, K & Gherbawy, Y. (2013) ‘Isolation and characterization of endophytic bacteria from *Plectranthus tenuiflorus* medicinal plant in Saudi Arabia desert and their antimicrobial activities’, *Journal of Plant Interactions*, 8(1), pp. 56–64. doi: 10.1080/17429145.2012.680077.
- Essien, E. E., Jacob, I. E., & Thomas, P. S. (2015). Phytochemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Leaves and Tubers of Three *Caladium* Species. *International Journal of Medicinal Plants and Natural Products*, 1(2), 24–30. <https://doi.org/10.32807/jkp.v1i1i2.6>
- Jufri, R. F. (2020). Microbial Isolation. *Journal La Lifesci*, 1(1), 18–23. <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v1i1.33>
- Kearns, D. B. (2010). A field guide to bacterial swarming motility. *Nature Reviews Microbiology*, 8(9), 634–644. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2405>
- Lugtenberg, B. J. J., Malfanova, N., Kamilova, F., & Berg, G. (2013). Plant Growth Promotion by Microbes. *Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere: Volume 1*, 1(January 2018), 561–573. <https://doi.org/10.1002/9781118297674.ch53>
- Munita, J. M., & Arias, C. A. (2016). Mechanisms of antibiotic resistance. *Virulence Mechanisms of Bacterial Pathogens*, 6, 481–511. <https://doi.org/10.1128/9781555819286.ch17>
- Nair, D. N & Padmavathy, S. (2014) ‘Impact of Endophytic Microorganisms on Plants , Environment and Humans’, 2014. doi: 10.1155/2014/250693.
- Paray, A. A., Singh, M., & Amin Mir, M. (2023).

- Gram Staining: A Brief Review. *International Journal of Research and Review*, 10(9), 336–341. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20230934>
- Rosenblueth, M & Martínez-Romero, E. (2006) ‘Bacterial endophytes and their interactions with hosts’, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19(8), pp. 827–837. doi: 10.1094/MPMI-19-0827.
- Seko, M., Sabuna, A. C., & Ngginak, J. (2021). AJERAN LEAVES ETHANOL EXTRACT (*Bidens pilosa* L) AS AN ANTIBACTERIAL *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biosains*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24114/jbio.v7i1.22671>
- Sessitsch, A., Reiter, B., & Berg, G. (2004). Endophytic bacterial communities of field-grown potato plants and their plant-growth-promoting and antagonistic abilities. *Canadian Journal of Microbiology*, 50(4), 239–249. <https://doi.org/10.1139/w03-118>
- Siddiquee, S. (2017). The Basic Concept of Microbiology. In *Practical Handbook of the Biology and Molecular Diversity of Trichoderma Species from Tropical Regions* (pp. 1–15). https://doi.org/10.1007/978-3-319-64946-7_1.
- Simarmata, R., Lekatompessy, S., Biotechnologi, P. P., & Pengetahuan, L. I. (2007). Isolasi Mikroba Endofitik dari Tanaman Obat Sambung Nyawa *Gynura Procumbens*) dan Analisis Potensinya. *Berk. Penel. Hayati*: 13 (85–90). doi 10.23869/331
- Singh, M., Kumar, A., Singh, R., & Pandey, K. D. (2017). Endophytic bacteria: a new source of bioactive compounds. *3 Biotech*, 7(5), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0942-z>
- Sukiman, H. & Nuriyanah, D. (2016) ‘Potensi Bakteri Endofitik dari Tanaman Keladi Tikus sebagai Penghasil Zat Antimikroba dan Antioksidan.’, *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 7(1), pp. 27–34. doi: 10.36974/jbi.v7i1.833
- Sun, L., Qiu, F., Zhang, X., Dai, X., Dong, X., & Song, W. (2008). Endophytic Bacterial Diversity in Rice (*Oryza sativa* L.) Roots Estimated by 16S rDNA Sequence Analysis. *Microbial Ecology*, 55(3), 415–424. doi: 10.1007/s00248-007-9287-1
- Swift, J. F., Migicovsky, Z., Trello, G. E., & Miller, A. J. (2023). Grapevine bacterial communities display compartment-specific dynamics over space and time within the Central Valley of California. *Environmental Microbiome*, 18(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40793-023-00539-0>
- Tacconelli, E., Carrara, E., Savoldi, A., Harbarth, S., Mendelson, M., Monnet, D. L., Pulcini, C., Kahlmeter, G., Kluytmans, J., Carmeli, Y., Ouellette, M., Outtersson, K., Patel, J., Cavaleri, M., Cox, E. M., Houchens, C. R., Grayson, M. L., Hansen, P., Singh, N., ... Zorzet, A. (2018). Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(3), 318–327. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30753-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30753-3)
- Uche, F., Onuchukwu, D., Ibezim, C., & Ogbu, H. (2019). Methanolic extract of *Caladium bicolor* leaves against selected clinical isolates. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 6, 98–107. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2019.6.2.0022>
- Vaou, N. et al. (2021) ‘Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives’, *Microorganisms*, 9(10), pp. 1–28. doi: 10.3390/microorganisms9102041.
- Worku, S., Abebe, T., Seyoum, B., Alemu, A., Shimelash, Y., Yimer, M., Abdissa, A., Beyene, G. T., Swedberg, G., & Mihret, A. (2023). Molecular Epidemiology of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* among Patients Diagnosed with Surgical Site Infection at Four Hospitals in Ethiopia. *Antibiotics*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12121681>.
- Ye, S., Peng, B. and Liu, T. (2022) ‘Effects of organic fertilizers on growth characteristics and fruit quality in Pear-jujube in the Loess Plateau’, *Scientific Reports*, 12(1), pp. 1–11. doi: 10.1038/s41598-022-17342-5.
- Young, K. D. (2007). Bacterial morphology:

Why have different shapes? *Current Opinion in Microbiology*, 10(6), 596–

600. doi: /10.1016/j.mib.2007.09.009