

Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Laban (*Vitex Pubescens Vahl*) sebagai Antibakteri

Zulfarina^{1*}, Yuni Rosiana², Deya Ayudia³, Darmawati⁴ 

^{1,2,3,4} Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received December 27, 2021

Revised December 29, 2021

Accepted April 14, 2022

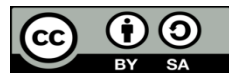
Available online April 25, 2022

Kata Kunci:

Bakteri Endofit, Tanaman Laban, Isolasi

Keywords:

Endophytic Bacteria, Laban Plant, Isolation



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Pemanfaatan bakteri endofit sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder sangat menguntungkan. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan serta dalam bakteri merupakan potensi yang memberikan banyak manfaat dalam bidang pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri endofit dari daun dan kulit batang tanaman Laban (*Vitex pubescens* Vahl) dan uji antibakteri. Bakteri diisolasi menggunakan media HVA. Karakteristik bakteri endofit diamati secara makroskopis, mikroskopis, dan melakukan uji katalase serta untuk uji antibakteri menggunakan bakteri patogen *Erwinia carotrova*. Jumlah isolat endofit yang berhasil diisolasi berjumlah delapan isolat (empat isolat dari daun laban dan empat isolat dari kulit batang laban). Karakterisasi dilakukan pada delapan isolat endofit yang dihasilkan bahwa isolat memiliki ciri-ciri yang berbeda baik secara makroskopis, mikroskopis, dan semua isolat endofit dari tanaman laban menghasilkan enzim katalase (uji +). Hasil aktivitas antibakteri menunjukkan tujuh isolat bakteri endofit memiliki aktivitas antibakteri terhadap *erwinia carotrova*. Tanaman laban kaya akan keragaman bakteri endofit. Isolate bakteri endofit terisolasi 8 spesies yang berbeda (DA45, DA46, DB15, DB16, KBC1, KBC2, KBC3 dan KBC4). Bakteri endofit yang berasosiasi dengan tanaman berperan penting dalam kesehatan tanaman.

ABSTRACT

The objective of this study was to isolate of endophytic bacteria from the leaves and bark of Laban plant (*Vitex pubescens vahl*) and antibacteria test. Bacteria were isolated using HVA media. The characteristics of endophytic bacteria were observed macroscopically, microscopically and carried out the catalase test and for antibacterial tests using the pathogenic bacterium *Erwinia carotrova*. Total isolated endophytic was 8 isolates (4 isolates from Laban leaves and 4 isolates from Laban stem bark). Characterization was carried out on 8 endophytic isolates which resulted that the isolates had different characteristics both macroscopically, microscopically, and all endophytic isolates from the Laban plant produced the catalase enzyme (+ test). Test of endophytic bacteria against pathogenic bacteria obtained 7 isolates having inhibitory power against the *Erwinia carotrova* bacteria..

1. PENDAHULUAN

Endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman hidup setidaknya selama sebagian hidupnya tanpa menimbulkan gejala penyakit yang nyata pada inangnya (Santoyo, 2016). Endofit diperlakukan sebagai endosimbion. Kemampuan untuk masuk dan berkembang dalam jaringan tanaman membuat endofit unik, menunjukkan interaksi multidimensi di dalam tanaman inang. Beberapa aktivitas vital tanaman inang diketahui dipengaruhi oleh keberadaan endofit. Endofit masuk ke dalam tanaman terutama melalui akar dan bagian udara tanaman, seperti daun, bunga, batang dan kotiledon (Kobayashy & Palumbo, 2000). Endofit terlokalisasi pada titik masuk dan dapat menyebar di seluruh tubuh tanaman inang (Khare et al., 2018). Setelah memasuki inang, mereka tinggal di dalam sel atau ruang antar sel atau di sistem vaskular (jaringan) (Kumar et al., 2016; H. Liu et al., 2017). Setelah mendapatkan tempat tinggal di jaringan tanaman, endofit diketahui menghasilkan beragam produk alami yang bisa menjadi sumber obat yang konsisten dan sukses. Oleh karena itu, produk alam dari mikroba endofit memang memiliki potensi yang besar tidak hanya dalam industri farmasi tetapi juga industri agrokimia dan bioteknologi (Astuti et al., 2018; Eljounaidi et al., 2016; Romero-Arguelles et al., 2022).

Saat ini sedang berkembang usaha pemanfaatan bakteri endofit sebagai agen pengendali hayati (J. M. Liu et al., 2020; Zulkifli et al., 2018). Selain itu, pemanfaatan bakteri Endofit sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder sangat menguntungkan karena kandungan metabolit sekunder yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan serta dalam bakteri merupakan potensi yang memberikan banyak manfaat dalam bidang pertanian (G et al., 2018). Tanaman obat telah digunakan sepanjang sejarah karena sifat

*Corresponding author.

E-mail addresses: zulfarina@lecturer.unri.ac.id (Zulfarina)

terapeutiknya. Endofit bersifat sinergis dengan inangnya, sehingga dapat menjadi pilihan yang baik untuk penelitian keberadaan bakteri endofit (Linda et al., 2022). Tanaman laban (*Vitex pubescens* vahl) adalah salah satu tanaman obat yang dapat dijadikan sebagai sumber bakteri endofit. Tanaman laban memiliki sejarah dalam bidang etnobotani dan sering digunakan sebagai obat tradisional. Tanaman laban berfungsi sebagai antimikroba meliputi anticendawan dan antibakteri. Senyawa antimikroba yang berasal dari tanaman Laban dihasilkan oleh bakteri endofit. Kemampuan suatu tumbuhan menghasilkan senyawa antimikroba akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain serta menjadi resisten terhadap serangan jamur atau mikroorganisme lainnya dan berpotensi sebagai antibakteri, antifungi, antikanker (Fajri & Agustien, A., 2015; Khan et al., 2020). Kandungan metabolit sekunder pada daun tanaman Laban mengandung senyawa flavonoid, terpenoid, dan fenolik (Larasati et al., 2013). Kandungan metabolit sekunder pada kulit batang tanaman Laban yang menunjukkan bahwa kulit batang tanaman laban mengandung alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan tanin (Hermansah et al., 2015). Dari hasil penelitian tersebut diperkirakan bahwa kulit batang dan daun tanaman laban dapat menghasilkan bakteri endofit yang merupakan produsen penghasil metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai antibakteri.

Hasil penelitian terdahulu mendapatkan bahwa bakteri endofit yang diisolasi dari beberapa tanaman menghasilkan berbagai senyawa metabolit dengan efek antimikroba dan pemicu pertumbuhan tanaman (Jasim et al., 2014; Q. Liu et al., 2020; Martinez-Klimova et al., 2017; Zulkifli et al., 2018). Isolat bakteri endofit *Bacillus* sp terbukti sangat efektif sebagai antimikrob dan pupuk hayati dan agen biokontrol (Purwaningsih & Wulandari, 2021; Sadikin et al., 2021; Zulkifli et al., 2018). Jamur endofit diisolasi dari cabang dan daun sesbania grandiflora (L.) Pers (Kurniawan et al., 2021). Bioaktivitas terhadap bakteri gram positif dan gram negatif (Sidauruk et al., 2021). Beberapa strain *Bacillus* telah diisolasi dan dikarakterisasi untuk pertumbuhan tanaman dan produksi metabolit antijamur (Omomowo & Babalola, 2019; Shurigin et al., 2021). Karena sifat-sifat ini, beberapa strain *Bacillus* telah digunakan di bidang pertanian sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan agen kontrol biologis (Sebola et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolate bakteri endofit dari tanaman Laban dan menguji isolate bakteri yang diperoleh terhadap bakteri pathogen tanaman *Erwinia carotovora*.

2. METODE

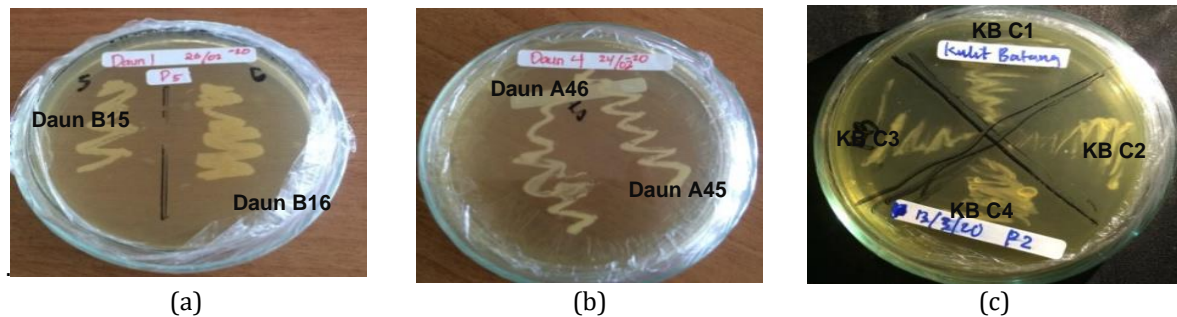
Bakteri endofit diisolasi dari bagian kulit batang dan daun tanaman laban yang diperoleh dari kebun biologi kampus Universitas Riau. Bakteri pathogen *erwinia carotovora* dari koleksi laboratorium penyakit tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau. Tahapan penelitian yaitu isolasi bakteri endofit, metode yang digunakan untuk isolasi bakteri endofit adalah berdasarkan sterilisasi permukaan. Sampel kulit batang dan daun tanaman laban dicuci dengan air mengalir sampai bersih. Sampel dipotong-potong berukuran sekitar 1 cm × 1 cm, lalu direndam dalam larutan alkohol (70%) selama 1 menit dan dicuci dua kali dengan aquades. Selanjutnya direndam dalam larutan sodium hipoklorida (4%) selama 5 menit, kemudian dibilas dengan air steril (Zulkifli et al., 2018). Permukaan sampel jaringan tumbuhan yang telah steril dimaserasi dengan menggunakan mortal dan pistil steril sampai halus kemudian tambahkan sekitar 2 ml aquades steril. Hasil penggerusan, diambil 0,1 mL dan di plating pada cawan petri yang berisi media HVA. Setiap media dilengkapi dengan asam nalidiksat (25 mg·L⁻¹), nistatin (50 mg·L⁻¹) dan diinkubasi dalam incubator pada suhu kamar selama 2-4 hari. Koloni yang tumbuh pada media isolasi ini diseleksi dan dimurnikan dengan penggoresan berulang pada media NA. Kultur murni diawetkan sebagai suspensi gliserol (20%, v/v) pada -80 °C. Identifikasi morfologi, isolat bakteri yang telah didapatkan dikarakterisasi berdasarkan pengamatan morfologi koloni, bentuk sel, pola pertumbuhan, uji pewarnaan gram dan uji katalase.

Aktivitas antibakteri, uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumur agar (Holder & Boyce, 1994) terhadap bakteri patogen *erwinia carotovora* pada medium NA. Bakteri endofit yang berasal dari stok agar miring diinokulasikan ke media NA, kemudian diinkubasi selama 24 jam. Kultur bakteri patogen *erwinia carotovora* ditumbuhkan di dalam 50 mL media NB dan diinkubasi di atas shaker dengan suhu 37°C. Sebanyak 1 mL kultur bakteri pathogen dituangkan kedalam 20 mL media NA yang bersuhu 35-40°C kemudian dituang ke dalam cawan petri sebanyak ± 20 mL lalu didinginkan. Diambil 1 potongan (Ø1cm) isolat endofit diletakkan diatas media NA yang telah mengandung kultur bakteri patogen. Pengamatan dilakukan setelah diinkubasi selama 24 jam. Zona bening yang terbentuk yang menunjukkan aktivitas antibakteri. Pengamatan zona bening dilakukan dengan mengukur zona bening yang terbentuk menggunakan rumus zona hambat (Lv) = Lav -Ld dengan Lav, diameter zona bening yang terbentuk dan Ld. diameter koloni/kertas cakram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Isolat bakteri endofit dari tanaman laban (*Vitex pubescens* vahl). Hasil isolasi bakteri endofit dari kulit batang dan daun laban (*Vitex pubescens* Vahl) diperoleh delapan isolat yang terdiri dari empat isolat dari daun dan empat isolat dari kulit batang. Hasil purifikasi isolat bakteri endofit dari kulit batang dan daun tanaman laban disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Isolat Murni Bakteri Endofit Daun B15 dan Daun B16; (b) Isolat Murni Bakteri Endofit Daun A45 dan Daun A46; (c) Isolat Murni Bakteri Endofit KBC1, KBC2, KBC3, KBC4


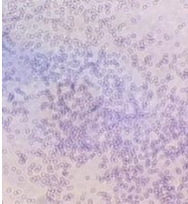
Karakterisasi secara makroskopis meliputi bentuk koloni tunggal, tepian koloni tunggal, elevasi koloni (ketinggian permukaan koloni), serta pigmen koloni tunggal bakteri endofit. Bakteri endofit yang telah diisolasi dari daun dan kulit batang tanaman laban memiliki keberagaman dari segi morfologi sehingga diyakini bahwa 8 isolat bakteri endofit tersebut memiliki jenis yang berbeda. Morfologi koloni bakteri endofit berupa bentuk, tepian, elevasi dan pigmen koloni disajikan pada Tabel 1.

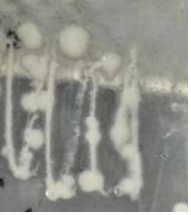
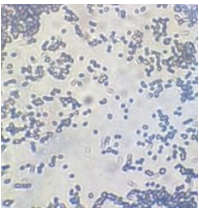

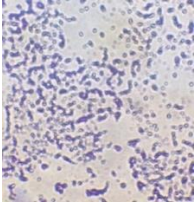

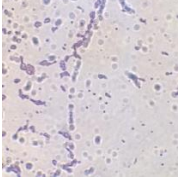

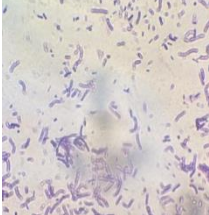
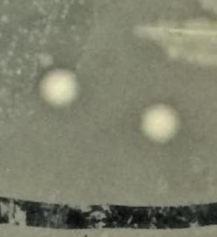
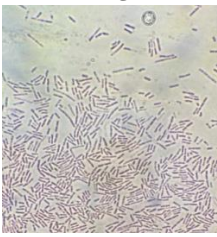
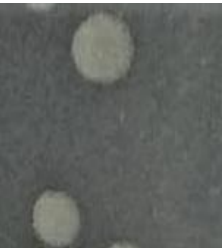
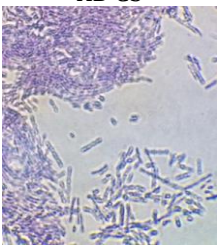
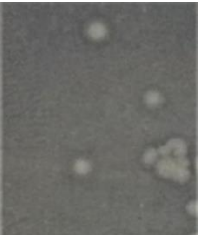
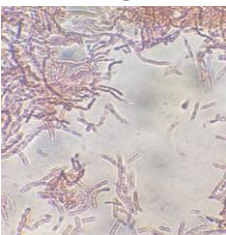
Tabel 1. Karakterisasi Isolat Bakteri Endofit pada Daun dan Kulit Batang Tanaman Laban (*Vitex Pubescens Vahl*) Secara Makroskopis

Kode Isolat	Morfologi Koloni			
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Pigmen
Daun A46	Irreguler	Bergerigi	Naik	Putih
Daun A45	Rhizoid	Berlekuk	Umbonate	Putih kekuningan
Daun B15	Sirkuler	Rata	Datar	Kuning
Daun B16	Irregular	Bergerigi	Datar	Putih kekuningan
KB C1	Sirkuler	Rata	Convex	Bening
KB C2	Sirkuler	Rata	Datar	Putih kekuningan
KB C3	Sirkuler	Rata	Datar	Putih kekuningan
KB C4	Irregular	Rata	Datar	Kuning

Karakterisasi bakteri endofit secara mikroskopis dari kulit batang dan daun tanaman laban yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi Secara Mikroskopis Isolat Bakteri Endofit pada Daun dan Kulit Batang Tanaman Laban (*Vitex Pubescens Vahl*)

Isolat (Makroskopis)	Mikroskopis (4 x 100)	Pewarnaan Gram	Bentuk	Uji Katalase
 DA45	 DA45	+	Streptococcus	+

Isolat (Makroskopis)	Mikroskopis (4 x 100)	Pewarnaan Gram	Bentuk	Uji Katalase
DA46 	DA46 	+	Streptococcus	+
DB15 	DB15 	+	Streptococcus	+
DB16 	DB16 	+	Streptococcus	+
KB C1 	KB C1 	+	Streptobacillus	+
KB C2 	KB C2 	-	Streptobacillus	+
KB C3 	KB C3 	+	Streptobacillus	+
KB C4 	KB C4 	-	Streptobacillus	+

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa 4 isolat bakteri endofit dari daun tanaman laban umumnya merupakan bakteri gram positif yang berbentuk streptococcus, sedangkan isolat bakteri endofit dari kulit batang tanaman lebih beranekaragam karena dari 4 isolat bakteri endofit yang berhasil diisolasi, terdiri atas 2 isolat bakteri endofit gram positif, dan 2 isolat bakteri gram negatif. Pada umumnya, semua isolat endofit dari kulit batang tanaman laban berbentuk streptobacillus. Isolat bakteri endofit dengan kode DA45, DA46, DB15, DB16, KBC1 dan KBC3 merupakan bakteri gram positif karena berwarna ungu disebabkan oleh zat warna kristal violet, dan isolat bakteri endofit dengan kode KBC2 dan KBC4 merupakan bakteri gram negatif karena berwarna merah yang disebabkan oleh zat warna safranin. Mekanisme pewarnaan gram pada bakteri ini didasarkan pada struktur dan komposisi dinding sel bakteri. bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal pada dinding selnya yang mampu mengikat zat warna, sedangkan bakteri gram negatif umumnya memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis pada dinding selnya. Selain itu, bakteri gram negatif mengandung lipid lebih banyak dibandingkan bakteri gram positif, sehingga pada proses pewarnaan saat perlakuan dengan pemberian alkohol apabila bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif maka akan menyebabkan terjadinya reaksi antara lipid dan alkohol, sehingga memperbesar daya rembes atau permeabilitas dinding sel bakteri gram negatif. Jadi, zat warna kristal violet yang terlebih dahulu diteteskan pada bakteri daripada alkohol dalam proses pewarnaan dapat diekstraksi dan kehilangan warna tersebut.

Uji antibakteri bakteri endofit, penapisan isolat bakteri endofit tersebut dilakukan untuk memperoleh isolat yang mampu menghasilkan produk metabolit yang bersifat antibakteri patogen. Pengujian secara *in vitro* menunjukkan bahwa produk metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri endofit menghasilkan zona hambat Tabel 3. Penapisan aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit kode DA46, DA45, DB15, DB16, KBC1, KBC2, KBC3 dan KBC4 dilakukan terhadap bakteri uji yaitu *Erwinia carotovora*. Hasil pengujian aktivitas antibakteri isolat bakteri endofite *erwinia carotovora* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Aktivitas Antimikrob Isolat Endofit terhadap Bakteri Patogen *Erwinia Carotovora*

Kode Isolat	<i>Erwinia Carotovora</i>	Zona Hambat
DA 46	+	1 mm
DA 45	+	3 mm
DB 15	+	2 mm
DB 16	+	1 mm
KB C1	+	2 mm
KB C2	-	-
KB C3	+	6 mm
KB C4	+	1 mm

Hasil penapisan menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen yaitu sebanyak 7 isolat bakteri endofit mampu menghambat pertumbuhan *E. carotovora*. Menurut Ambarwati (2007) daerah hambatan ditentukan tingkat hambatannya sesuai dengan kriteria aktivitas penghambatan berdasarkan ukuran, yaitu zona hambat dengan ukuran ≤ 5 mm termasuk golongan aktivitas lemah, 5-9 mm memiliki kemampuan sedang, 10-20 mm memiliki kemampuan kuat dan ≥ 20 mm memiliki kemampuan yang sangat kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri target. Berdasarkan tabel 3 pada isolat endofit terhadap *E. carotovora* isolat KB C3 termasuk kategori sedang dan 6 isolat lainnya termasuk kategori lemah.

Pembahasan

Tanaman laban kaya akan keragaman bakteri endofit, isolate bakteri endofit terisolasi 8 spesies yang berbeda (DA45, DA46, DB15, DB16, KBC1, KBC2, KBC3 dan KBC4). Bakteri endofit yang berasosiasi dengan tanaman berperan penting dalam kesehatan tanaman. Bakteri ini menghasilkan berbagai metabolit yang bermanfaat dan dengan demikian telah dianggap sebagai sumber senyawa biologis aktif (Castronovo et al., 2021; Erjaee et al., 2019). Beberapa bakteri endofit menunjukkan aktivitas antagonis terhadap bakteri patogen tanaman *erwinia carotovora*. Ratusan spesies bakteri endofit dapat diisolasi dari satu jenis tanaman, dan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman inang, jenis tanaman dan umur tanaman akan berpengaruh terhadap populasi dan profil dari mikrob endofit di dalamnya (Rosenblueth & Martínez-Romero, 2006). Tanaman dengan jenis atau spesies yang sama memiliki bakteri endofit yang tidak selalu sama (Salo & Novero, 2020). Bakteri endofit dapat menunjukkan aktivitas antibakteri yang sama dan menghasilkan metabolit seperti inangnya. Senyawa biologis aktif tanaman obat dapat memengaruhi

mikroba endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman dan fungsi fisiologisnya (Salam et al., 2017; Shurigin et al., 2021). Endofit yang berasosiasi dengan laban, yang menunjukkan aktivitas antagonis terhadap *erwinia carotovora* membuktikan potensi biokontrol. Beberapa mekanisme dasar yang mendasari efek menguntungkan tanaman dilaporkan dalam literatur, termasuk produksi fitohormon, enzim perusak dinding sel mikroba, produksi hidrogen sianida (HCN) dan ACC-deaminase (Eljounaidi et al., 2016; Kandel et al., 2017). Selain itu, bakteri endofit mempunyai peranan meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya (Santoyo et al., 2016).

Pada umumnya, bakteri dapat menghasilkan berbagai macam komponen salah satunya adalah hidrogen peroksida (H_2O_2). Hidrogen peroksida dapat bersifat racun atau merusak sistem metabolisme bakteri apabila bakteri tidak dapat memecah hidrogen peroksida menjadi senyawa lain yang tidak berbahaya, pemecahan tersebut dapat dilakukan apabila terdapat enzim katalase pada bakteri. Enzim katalase dapat mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen sehingga bakteri dapat bertahan hidup. Hal tersebut dapat dilihat pada koloni bakteri yang ditetesi hidrogen peroksida (H_2O_2) akan menghasilkan gelembung, dan hal ini menunjukkan bahwa bakteri endofit tergolong bakteri aerob yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya karena pada umumnya semua organisme yang hidup secara aerob menghasilkan enzim katalase (H. Liu et al., 2017). Mekanisme enzim katalase memecah H_2O_2 adalah saat bakteri melakukan respirasi, enzim katalase yang merupakan bagian dari enzim peroksidase akan membentuk suatu pertahanan dengan mengkatalisis hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi H_2O dan gas O_2 , sehingga sifat toksik dari hidrogen peroksida pun menghilang (Santoyo et al., 2016).

Terbentuknya zona bening menandakan bahwa bakteri endofit tersebut memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa ekstraseluler yang bersifat antibakteri. Perbedaan diameter zona bening yang terbentuk kemungkinan disebabkan perbedaan jenis senyawa antibakteri yang dihasilkan tiap isolat bakteri endofit. Hasil tersebut juga menandakan bahwa kemungkinan besar senyawa antibakteri yang dihasilkan oleh bakteri endofit tersebut memiliki spektrum yang luas. Strain terisolasi dinilai untuk potensi aktivitas antibakteri patogen *erwinia carotovora* dan itu menunjukkan aktivitas antimikroba. Dalam penelitian ini isolate KBC3 telah menunjukkan zona penghambatan dan menunjukkan sifat antibakteri yang kuat di antara semua isolate. Temuan kami menunjukkan bahwa semua isolat bakteri memiliki karakteristik antibakteri terhadap patogen di atas kecuali strain KBC2 yang tidak menunjukkan aktivitas bakteriostatik terhadap *Erwinia carotovora*.

4. SIMPULAN

Bakteri endofit yang diisolasi dari kulit batang dan daun tanaman laban (*Vitex pubescens* vahl) sebanyak delapan isolat. Bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman laban memiliki karakteristik yang beragam, baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Hasil aktivitas antibakteri menunjukkan tujuh Isolat bakteri endofit memiliki aktivitas antibakteri terhadap *erwinia carotovora*

5. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, F., Cahyono, E., Supartono, S., Van, N., & Duong, N. (2018). Effectiveness Of Elements Periodic Table Interactive Multimedia in Nguyen Tat Thanh High School. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.24071/ijiet.2018.020101>.
- Castronovo, L. M., Vassallo, A., Mengoni, A., Miceli, E., Bogani, P., Firenzuoli, F., Fani, R., & Maggini, V. (2021). Medicinal Plants and Their Bacterial Microbiota: A Review on Antimicrobial Compounds Production for Plant and Human Health. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 10(2), 106. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020106>.
- Eljounaidi, K., K, L. S., & H, B. (2016). Bacterial Endophytes as Potential Biocontrol Agents of Vascular wilt Diseases-Review and Future Prospects. *Biological Control*, 103, 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.07.013>.
- Erjaee, Z., Shekarforoush, S. S., & Hosseinzadeh, S. (2019). Identification of Endophytic Bacteria in Medicinal Plants and Their Antifungal Activities Against Food Spoilage Fungi. *Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 5262–5270. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03995-0>.
- Fajri, M. ., & Agustien, A., & P. (2015). Isolasi, Karakterisasi dan Potensi Bakteri Endofitik dari Tanaman Zodia (*Evodia suaveolens* Scheff) sebagai Penghasil Antibiotika. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 4(2), 100–106. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3104>.
- G, S., A, D., N, P. L., & O, R. S. (2018). Genomic Insights into Nematicidal Activity of A Bacterial Endophyte, *Raoultella Ornithinolytica* MG Against Pine wilt Nematode. *The Plant Pathology Journal*, 34(3), 250–255. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.10.2017.0217>.
- Hermansah, A., Harlia, & Zahara, T. . (2015). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit

- Batang Laban (*Vitex pubescens* Vahl). *JKK*, 4(2), 67–71. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/11735>.
- Jasim, B., A. J. A., J. J. C., J. M., & K. R. E. (2014). Isolation and Characterization of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria from The Rhizome of Zingiber Officinale. *Biotech*, 4(2), 197–204. <https://doi.org/10.1007/s13205-013-0143-3>.
- Kandel, S. L., Joubert, P. M., & Doty, S. L. (2017). Bacterial Endophyte Colonization and Distribution within Plants. *Microorganisms*, 5(4), 77. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5040077>.
- Khan, M., Gao, J., Chen, X., Zhang, M., Yang, F., Du, Y., Moe, T., Munir, I., Xue, J., & Zhang, X. (2020). The Endophytic Bacteria *Bacillus velezensis* L1-9, Isolated from *Lilium leucanthum*, Harbors Antifungal Activity and Plant Growth-Promoting Effects. *Biotechnol*, 30, 668–680. <https://doi.org/10.4014/jmb.1910.10021>.
- Khare, E., Mishra, J., & Arora, N. K. (2018). Multifaceted Interactions Between Endophytes and Plant: Developments and Prospects. *Frontiers in Microbiology*, 9(2732). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02732>.
- Kobayashi, D., & Palumbo, J. (2000). *Bacterial Endophytes and Their Effects on Plants and Uses in Agriculture*. (M. D. Inc (ed.)). Microbial endophytes. <http://www.sciencedirect.com/reference/169761>.
- Kumar, A., Singh, R., Yadav, A., Giri, D. D., Singh, P. K., & Pandey, K. D. (2016). Isolation and Characterization of Bacterial Endophytes of *Curcuma longa* L. *Biotech*, 6(1), 60. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0393-y>.
- Kurniawan, S. E., Mahyarudin, M., & Rialita, A. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 14–29. <https://doi.org/10.26877/bioma.v10i1.7140>.
- Larasati, R., Kartika, I. R., & Dewi, F. (2013). Profil Fitokimia dan Uji Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol Daun Laban (*Vitex Pinnata* L.) serta Fraksi-Fraksinya. *JRSKT*, 3(1), 271–279. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jrskt/article/view/74>.
- Linda, T. M., Berlyansah, A., Fibrianti, B. L., Sofiyanti, N., & Devi, S. (2022). Isolation and Analysis of Bioactive Compounds Endophytic Bacteria of Sea Fern (*Acrostichum aureum* L.) from Bengkalis Island, Riau. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 46–54. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3104>.
- Liu, H., Carvalhais, L. C., Crawford, M., Singh, E., Dennis, P. G., Pieterse, C., & Schenk, P. M. (2017). Inner Plant Values: Diversity, Colonization and Benefits from Endophytic Bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 8, 2552. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02552>.
- Liu, J. M., Wang, S. S., Zheng, X., Jin, N., Lu, J., Huang, Y. T., Fan, B., & Wang, F. Z. (2020). Antimicrobial Activity Against Phytopathogens and Inhibitory Activity on Solanine in Potatoes of the Endophytic Bacteria Isolated From Potato Tubers. *Frontiers in Microbiology*, 11, 570926. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.570926>.
- Liu, Q., Huang, J., & Zhou, Z. (2020). Self-expansion via Smartphone and Smartphone Addiction Tendency Among Adolescents: A Moderated Mediation Model. *Children and Youth Services Review*, 119(June), 105590. <https://doi.org/10.1016/j.chilcyouth.2020.105590>.
- Martinez-Klimova, E., Rodríguez-Peña, K., & Sánchez, S. (2017). Endophytes as Sources of Antibiotics. *Biochemical Pharmacology*, 134, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2016.10.010>.
- Omomowo, O. I., & Babalola, O. O. (2019). Bacterial and Fungal Endophytes: Tiny Giants with Immense Beneficial Potential for Plant Growth and Sustainable Agricultural Productivity. *Microorganisms*, 7(11), 481. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7110481>.
- Purwaningsih, D., & Wulandari, D. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Hasil Fermentasi Bakteri Endofit Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L.) terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*: Potential of Antibacterial Compound Fermentation of Endophytic Bacteria from Taro Tuber (*Colocasia esculenta* L.) against. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(5), 750–759. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i5.622>.
- Romero-Arguelles, R., Romo-Sáenz, C. I., Morán-Santibáñez, K., Tamez-Guerra, P., Quintanilla-Licea, R., Orozco-Flores, A. A., Ramírez-Villalobos, J. M., Tamez-Guerra, R., Rodríguez-Padilla, C., & Gomez-Flores, R. (2022). Activity of Endophytic and Rhizosphere Gram-Positive Bacteria from *Ibervillea sonora* (S. Watson) Greene against L5178Y-R Lymphoma Cells. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 894. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020894>.
- Rosenblueth, M., & Martínez-Romero, E. (2006). Bacterial Endophytes and Their Interactions with Hosts. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 18(8), 827–837. <https://doi.org/10.1094/MPMI-19-0827>.
- Sadikin, N. A. N., Bintari, S. H., Widiatningrum, T., & Dewi, P. (2021). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Life Science*, 10(2), 109–119. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i2.54441>.
- Salam, N., Khieu, T., Liu, M., Vu, T., Chu-Ky, S., Quach, N., Phi, Q., Narsing, R. M., Fontana, A., & Sarter, S.

- (2017). *Endophytic Actinobacteria Associated with Dracaena Cochinchinensis Lour.: Isolation, Diversity, and Their Cytotoxic Activities*. *Biomed.* 1308563. <https://doi.org/10.1155/2017/1308563>.
- Salo, E. N., & Novero, A. (2020). Identification and Characterisation of Endophytic Bacteria from Coconut (Cocos Nucifera) Tissue Culture. *Tropical Life Sciences Research*, 31(1), 57–68. <https://doi.org/10.21315/tlsr2020.31.1.4>.
- Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., del Carmen Orozco-Mosqueda, M., & Glick, B. R. (2016). Plant Growth-Promoting Bacterial Endophytes. *Microbiological Research*, 183, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>.
- Sebola, T. E., Okereafor, N. C. U., Tapfuma, K. I., Mekuto, L., Green, E., & Mavumengwana, V. (2019). Evaluating Antibacterial and Anticancer Activity of Crude Extracts of Bacterial Endophytes from Crinum Macowanii Baker Bulbs. *MicrobiologyOpen*, 8(12), 1–10. <https://doi.org/10.1002/mbo3.914.e914>.
- Shurigin, V., Alaylar, B., Davranov, K., Wirth, S., Bellingrath-Kimura, S. D., & Egamberdieva, D. (2021). Diversity and Biological Activity of Culturable Endophytic Bacteria Associated with Marigold (Calendula Officinalis L.). *AIMS Microbiology*, 7(3), 336–353. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2021021>.
- Sidauruk, S. W., Sari, N. I., Diharmi, A., & Arif, I. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Sargassum Plagyophyllum terhadap Bakteri Listeria Monocytogenes dan Pseudomonas Aeruginosa. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 27–37. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i1.33417>.
- Zulkifli, L., Soelistya, D., & Bahri, S. (2018). Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri Endofit Kulit Batang Srikaya (Annona Squamosa) dan Potensinya sebagai Antibakteri. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(1), 21–29. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v4i1.98>.