

## Aktivitas Antagonis Isolat Bakteri Endofit Cabai dan Ciplukan terhadap Patogen *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp.

Luthfi Galih Alifianto<sup>1</sup>, Ika Affah Nugraheni<sup>1)\*</sup>, Rizka Rohmawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Bioteknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

Jl. Siliwangi No. 63 Nogotirto, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55292

<sup>2</sup>Head of Research and Development, PT. Biotek Cipta Kreasi, Indonesia

Jl. Kyai Samiyoredjo Donoharjo, Ngaglik, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581

Correspondence author : [ikaafifahnugraheni@unisayogya.ac.id](mailto:ikaafifahnugraheni@unisayogya.ac.id)

### Abstrak

*Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. merupakan patogen utama yang menyerang tanaman cabai. Bakteri endofit memiliki kemampuan antimikrobia sehingga mampu berperan sebagai pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan mengetahui aktivitas antagonis isolat bakteri endofit dari tanaman cabai dan ciplukan terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. Metode penelitian menggunakan dua isolat bakteri endofit dari tanaman cabai dan ciplukan, CS1A dan BA2(3). Kedua isolat dilakukan karakterisasi morfologi, dilanjutkan uji antagonis *dual culture* dengan metode Kirby Baurer pada media pertumbuhan PDA (*Potato Dextrose Agar*), serta kemampuan penghasil enzim ekstraseluler. Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi, isolat CS1A berwarna putih, berbentuk tak beraturan, elevasi *raised*, tepian bergelombang, bentuk selnya batang, dan Gram positif. Isolat BA2(3) berwarna kuning, berbentuk bulat, elevasi cembung, tepian koloni yang mulus, berbentuk *coccus*, dan Gram positif. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa isolat CS1A dan BA2(3) memiliki potensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Zona hambat masing-masing sebesar 11,83 mm dan 15,66 mm terhadap *Colletotrichum* sp., serta 20,50 mm dan 9,16 mm terhadap *Fusarium* sp. Hasil uji biokimia isolat CS1A positif uji amilolitik dan selulolitik, sedangkan isolat BA2(3) positif uji amilolitik dan pelarut P. Kemampuan yang dimiliki isolat CS1A dan BA2(3) menunjukkan potensinya sebagai agen hayati terhadap patogen tanaman, *Fusarium* sp dan *Colletotrichum* sp.

**Kata kunci:** Antijamur, bakteri endofit, biokontrol, *in vitro*, pemacu pertumbuhan tanaman.

## Antagonistic Activity of Endophytic Bacterial Isolates from Chili and Ciplukan Plants Against the Pathogens *Fusarium* sp and *Colletotrichum* sp

### Abstract

*Fusarium* sp and *Colletotrichum* sp are main pathogens that often attack chili plants. Endophytic bacteria have antimicrobial abilities so they can act as biological controllers. This study aims to determine the antagonistic activity of endophytic bacterial isolates from chili and ciplukan plants against the pathogen *Fusarium* sp. and *Colletotrichum* sp. The research method used two isolates of endophytic bacteria from chili and ciplukan plants, CS1A and BA2(3). Both isolates were subjected to morphological characterization, followed by a dual culture antagonist test using the Kirby Baurer method on PDA (*Potato Dextrose Agar*) growth media, as well as the ability to produce extracellular enzymes. Based on the results of morphological characterization, the CS1A isolate was white, irregular in shape, raised elevation, wavy edges, rod shaped cells, and Gram positive. Isolate BA2(3) was yellow, round in shape, convex elevation, smooth colony edges, coccus-shaped, and Gram positive. Antagonist test results showed that CS1A and BA2(3) isolates had the potential to inhibit the growth of *Colletotrichum* sp. and *Fusarium* sp. *in vitro*. The inhibition zones formed were 11.83 mm and 15.66 mm for *Colletotrichum* sp., and 20.50 mm and 9.16 mm for *Fusarium* sp. The biochemical test results of isolate CS1A were positive for amylolytic and cellulolytic tests, while isolate BA2(3) was positive for amylolytic and solvent P tests. The capabilities of isolates CS1A and

*BA2(3) demonstrate their potential as biological agents against plant pathogens, Fusarium sp. and Colletotrichum sp.*

**Keywords:** Antifungal, endophytic bacteria, biocontrol, in vitro, plant growth promoter.

**Received:** 29 September 2024; **Revised:** 13 October 2024; **Accepted:** 05 March 2025

## PENDAHULUAN

Permasalahan penyakit tanaman masih menjadi tantangan di dunia pertanian (Basri *et al.*, 2020). Berbagai jamur patogen diketahui mampu merusak bahkan mematikan tanaman budidaya, antara lain jamur dari genus *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp.. Kedua jamur patogen tersebut dikenal sebagai penyakit yang sering menyerang tanaman dari genus *Solanaceae* (Silfia, 2023). Serangan *Fusarium* sp mampu menurunkan hasil pertanian lebih dari 50% (Mudmainah & Somala, 2019). Sementara itu, tanaman yang terserang *Colletotrichum* sp. hanya mampu mempertahankan produksi cabai merah pada kisaran 40-55% (Palupi *et al.*, 2015). Menurut Saxena *et al.* (2016), *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. merupakan jamur patogen tanaman yang menempati urutan kesatu dan keempat, secara berturut-turut, dalam hal kerusakan dan penurunan produktivitas tanaman cabai.

Penggunaan pestisida kimia yang selama ini digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman berpotensi memberikan dampak buruk dari segi lingkungan, kesehatan, dan ekonomi (Candole *et al.*, 2010). Meningkatnya kesadaran masyarakat untuk hidup sehat dan meminimalkan penggunaan pestisida kimia, semakin diperlukan alternatif pestisida yang aman. Alternatif dari pestisida kimia yaitu penggunaan bakteri endofit sebagai biokontrol untuk mengatasi patogen tanaman.

Metabolit sekunder dihasilkan oleh bakteri endofit, dan berpotensi sebagai antibakteri maupun antijamur. Berdasarkan penelitian Wibawa *et al.* (2019), bakteri endofit dari tanaman cabai memberikan aktivitas penghambatan terhadap jamur *Colletotrichum scovillei* sebesar 99,20%. Sriyanti *et al.* (2015), menyampaikan bahwa bakteri endofit dari akar tanaman cabai mampu menghambat *Colletotrichum* spp. sebesar 32%. Kemudian, Wijianto *et al.* (2023), menyatakan jika bakteri endofit dari akar tanaman cabai merah mampu memberikan penghambatan terhadap *F. oxysporum* secara *in vitro* sebesar 43,35%. Penelitian lain terkait kemampuan antagonis bakteri endofit disampaikan oleh Azizah (2023), yang juga menegaskan jika bakteri endofit dari tanaman sereh wangi menunjukkan aktivitas penghambatan sebesar 62,85% pada *Fusarium* sp. dan 82,22% pada *Colletotrichum* sp.

Penelitian sebelumnya telah berhasil mengisolasi beberapa isolat bakteri endofit yang memiliki aktivitas penghambatan terhadap patogen. Penelitian Setianah *et al.* (2021) telah mengisolasi bakteri endofit dari tanaman ciplukan yang memiliki aktifitas penghambatan terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, salah satunya isolat BA2(3). Selain itu, penelitian lain juga berhasil mengisolasi bakteri CSIA yang termasuk bakteri Gram positif dan kandidat antagonis terhadap jamur patogen.

Meskipun isolat BA2(3) dan CSIA memiliki sifat antimikrobia, namun kemampuan antagonis kedua isolat bakteri endofit tersebut terhadap patogen *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. belum diketahui. Penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan keduanya masih diperlukan sebagai upaya pengembangan isolat sebagai kandidat agensia pengendali hayai. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan antagonis isolat bakteri endofit BA2(3) dan CSIA terhadap patogen *Fusarium* sp dan *Colletotrichum* sp.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi PT Biotek Cipta Kreasi, Yogyakarta pada bulan Januari-April 2024.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, isolat bakteri BA2(3) merupakan kultur stok dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, isolat bakteri CSIA, isolat jamur *Colletotrichum* sp., isolat jamur *Fusarium* sp. merupakan kultur stok dari Laboratorium Mikrobiologi PT.

Biotek Cipta Kreasi, media NA (*Nutrient Agar*), media NB (*Nutrient Broth*), media PDA (*Potato Dextrose Agar*), air *Reverse Osmosis* (RO) steril, media amilolitik, media selulolitik, media lipolitik, media aleksandroff, media proteolitik, media pikovskaya's, media kitin, alkohol 70%, kit pewarna gram (*Crystal Violet*), microtip, pelarut *ethyl asetat*, natamycin, dan kertas cakram.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, timbangan digital, *hot plate*, *Laminar Air Flow* (LAF), oven, sentrifugasi, corong ekstraksi, *rotary evaporator*, mikropipet, batang L, sendok takar, rak inkubasi, lemari pendingin, erlenmeyer, tabung reaksi, pipet ukur, gelas beaker, gelas benda, penjepit gelas benda, mikroskop, petridish, autoklaf, Bunsen, jarum ose, korek api, rak tabung reaksi, tisu, spidol, pulpen, penggaris, dan label kertas.

#### **Sterilisasi Alat**

Alat-alat yang terbuat dari kaca dan gelas dicuci bersih dan dikering anginkan selama satu hari, setelah itu dibungkus menggunakan plastik/kertas. Proses sterilisasi alat dilakukan menggunakan autoklaf suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit. Jarum ose dan pinset disterilkan secara fisik dengan api bunsen, sedangkan alat yang tidak tahan panas disterilisasi kimia dengan alkohol 70% (Hikmah, 2018).

#### **Peremajaan Isolat Bakteri Endofit CS1A & BA2(3)**

Peremajaan bakteri dilakukan untuk menumbuhkan kembali isolat bakteri endofit CS1A dan BA2(3) dari kultur stok. Peremajaan tersebut dilakukan dengan media miring NA ditanami bakteri endofit melalui goresan. Isolat diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Oktavia & Pujiyanto, 2018).

#### **Karakterisasi Morfologi**

Karakterisasi morfologi bakteri dilakukan dengan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dengan melihat morfologi koloni tunggal berupa bentuk, warna, tepian, dan elevasi koloni bakteri (Afifah *et al*, 2018). Morfologi mikroskopis isolat bakteri dilakukan dengan pewarnaan Gram. Bakteri berumur 24 jam yang telah ditumbuhkan pada media NA diambil 1 ose dan diratakan pada gelas objek. Apusan bakteri di gelas objek difiksasi di atas api bunsen. Kristal violet sebagai cat Gram pertama ditetaskan di atas objek gelas, didiamkan selama satu menit, dan dibilas menggunakan akuades. Selanjutnya, gelas objek ditetesi dengan cat Gram kedua, larutan iodin, didiamkan selama satu menit dan dibilas menggunakan akuades. Cat Gram ketiga sebagai pencuci adalah etanol 96%, didiamkan selama 30 detik, lalu dibilas kembali dengan akuades. Cat Gram terakhir yang digunakan adalah safranin, ditetaskan pada gelas objek dan didiamkan selama 30 detik. Objek gelas kemudian dibilas dengan akuades dan dikeringanginkan. Selanjutnya, pengamatan Gram dilakukan di bawah mikroskop (Dwiantara & Rahmawati, 2023).

#### **Ekstraksi Metabolit Sekunder**

Isolat bakteri endofit umur 72 jam diambil satu ose lalu dimasukkan ke dalam 5 mL media NB sebagai starter, dan diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang. Selanjutnya, hasil kultur bakteri di *scale up* ke media NB 50 mL dan diinkubasi selama 6 hari pada suhu ruang. Hasil kultur lalu disentrifugasi dengan kecepatan 4500 rpm selama 15 menit untuk mendapatkan supernatan dan pellet. Supernatan yang diperoleh dipartisi untuk memisahkan fase air dan fase *ethyl asetat* menggunakan corong pemisah ukuran 250 mL dengan *ethyl asetat* perbandingan 1:2 (v/v). Campuran dihomogenisasi dengan kecepatan 800 rpm pada suhu ruang selama 10 menit. Ekstrak *ethyl asetat* yang diperoleh kemudian diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 40°C, kecepatan 80 rpm selama 30 menit. Hasil akhir akan diperoleh ekstrak kering (Wang *et al.*, 2010).

#### **Uji Antagonis Ekstrak Bakteri Endofit**

Uji antagonis dilakukan dengan difusi cakram (*Kirby Baurer*) yaitu dengan meneteskan hasil ekstrak bakteri endofit tanaman cabai dan tanaman ciplukan sebanyak 10 µL dengan konsentrasi masing - masing 10 mg/mL dengan pelarut *ethyl asetat* sebagai kontrol pelarut. Kontrol positif menggunakan Natamycin 1% sebanyak 10 µL sebagai kontrol positif dan kontrol negatif menggunakan RO steril sebanyak 10 µL. Jamur *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. dikultur di PDB terlebih dahulu selama 5 hari. Kemudian, masing-masing jamur tersebut ditumbuhkan dalam media PDA dengan metode *spread plate*. Masing-masing kultur sebanyak 100 µL ditetaskan ke dalam kertas cakram berukuran 6 mm. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening dalam cawan petri yang diinkubasi selama 96 jam pada suhu 37°C (Khattab *et al.*, 2016).

### Screening Enzim Ekstraseluler

*Screening* enzim ekstraseluler bakteri endofit dilakukan dengan serangkaian uji biokimia meliputi uji amilolitik, selulolitik, lipolitik, proteolitik, pelarut K, pelarut P, dan Kitinase. Bakteri endofit sebanyak satu ose diinokulasikan ke dalam media spesifik untuk masing – masing uji sebanyak 4 kali ulangan. Selanjutnya, bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dan dilakukan pengamatan zona bening yang terbentuk (Welfalini *et al.*, 2022).

### Analisis dan Penyajian Data

Penghitungan zona hambat dihitung dengan rumus (Welfalini *et al.*, 2022):

$$\text{Zona Hambat} = \frac{d1+d2}{2} - X$$

Keterangan :

d1 = diameter vertikal zona bening media (mm)

d2 = diameter horizontal zona bening media (mm)

X = diameter cakram (6 mm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri Endofit

Tujuan karakterisasi morfologi bakteri endofit ini untuk memastikan bahwa stok isolat yang digunakan masih sama dengan penelitian sebelumnya dan Setianah *et al.* (2020). Ciri-ciri makroskopis dan karakter mikroskopis isolat endofit tersaji pada Tabel 1.

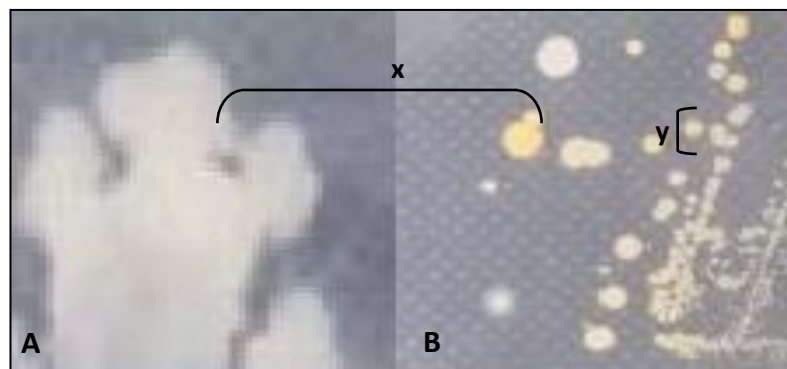
**Tabel 1. Karakter Morfologis Isolat Endofit Tanaman Cabai dan Tanaman Ciplukan**

Kode Isolat	Bentuk	Warna	Elevasi	Margin	Sampel	Bentuk Sel	Gram
CS1A	<i>Irregular</i>	Putih	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Buah Cabai	<i>Bacil</i>	+
BA2 (3)	<i>Circular</i>	Kuning	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Batang Ciplukan	<i>Coccus</i>	+

Keterangan : CS1A = Buah cabai sampel 1, BA2(3) = Batang ciplukan sampel 2 ulangan ke 3

Isolat endofit dari tanaman cabai menunjukkan morfologi koloni yang berwarna putih, berbentuk tak beraturan (*irregular*), elevasi *raised* dengan tepian bergelombang (*undulate*), bentuk sel *bacil* dan Gram positif. Sedangkan isolat endofit tanaman ciplukan menunjukkan morfologi koloni yang berwarna kuning, berbentuk bulat (*circular*) dan memiliki elevasi cembung (*convex*), tepian koloni yang mulus (*entire*), berbentuk *coccus* dan Gram positif. Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi, isolat CS1A dan BA2(3) masih memiliki karakteristik dan morfologi yang sama sesuai dengan penelitian sebelumnya dan Setianah *et al.* (2021). Pada penelitian sebelumnya, hasil pengamatan morfologi makroskopis bakteri endofit CS1A dan BA2(3) dapat dilihat pada Gambar 1.

Faktor lingkungan berpengaruh terhadap variasi bentuk sel dan keragaman bakteri endofit. Tanaman merupakan habitat bakteri endofit yang banyak mempengaruhi struktur dan komposisi spesies mikroba di dalam jaringannya. Berbagai interaksi terjadi antara tanaman dan bakteri, baik endofit maupun patogen (Fitriyah *et al.*, 2023).



**Gambar 1. Pengamatan Makroskopis Isolat Bakteri Endofit, (A) Isolat CS1A; (x) Morfologi Koloni Bakteri Endofit CS1A, (B) Isolat BA2(3); (y) Morfologi Koloni Bakteri Endofit BA2(3)**

Warna koloni yang bervariasi dipengaruhi oleh pigmen yang dihasilkan bakteri endofit (Safrida *et al.*, 2012). Bakteri mampu menghasilkan pigmen warna, baik pigmen ekstraseluler maupun intraseluler. Warna pigmen yang dihasilkan dapat berupa warna putih, kuning, merah, ungu dan sebagainya (Utami *et al.*, 2017). Pigmen bakteri dapat dikelompokkan menjadi karotenoid, antosianin, melanin, triptilmethenes dan fenazin. Keberadaan pigmen tersebut memunculkan karakteristik warna koloni bakteri pada pengamatan morfologi (Setianah *et al.*, 2021).

#### Ekstraksi dan Uji Antagonis Ekstrak Bakteri

Senyawa metabolit sekunder bakteri endofit dapat diperoleh melalui proses ekstraksi (Badaring *et al.*, 2020). Etil asetat dipilih sebagai pelarut dalam proses ekstraksi karena mampu melarutkan senyawa polar dan non polar, memiliki tingkat toksisitas yang rendah dan mudah terevaporasi.

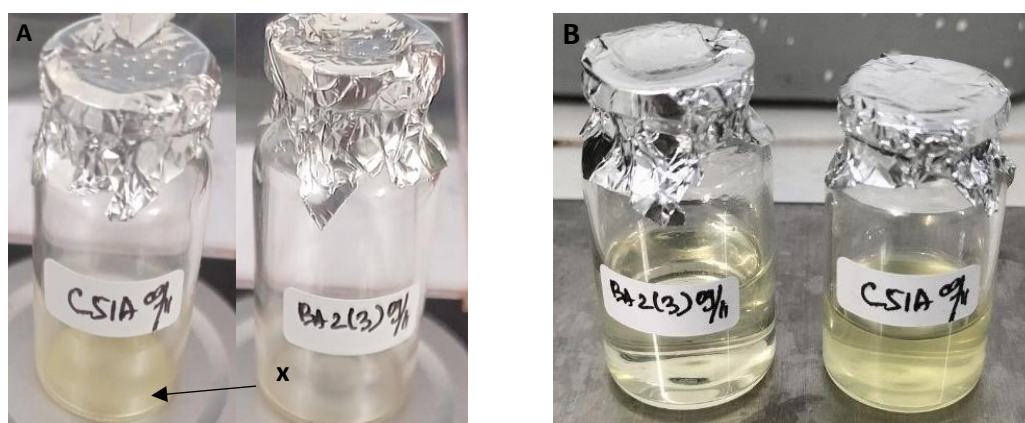
Alat *shaker* selama fermentasi membantu untuk menciptakan aerasi dalam media sehingga menyediakan oksigen bagi pertumbuhan bakteri endofit. Menurut Ruslan *et al.* (2022), penggojokan media fermentasi diperlukan untuk menghindari terbentuknya lapisan tipis pada permukaan media. Hal ini mengakibatkan produksi metabolit sekunder menjadi tidak maksimal. Hasil ekstraksi senyawa metabolit sekunder bakteri endofit tanaman cabai dan tanaman ciplukan dapat dilihat dari Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Tanaman Cabai dan Ciplukan**

Kode Ekstrak	Warna Ekstrak	Hasil Ekstrak (g)
CS1A	Putih Krem	0,089
BA2 (3)	Kuning Krem	0,077

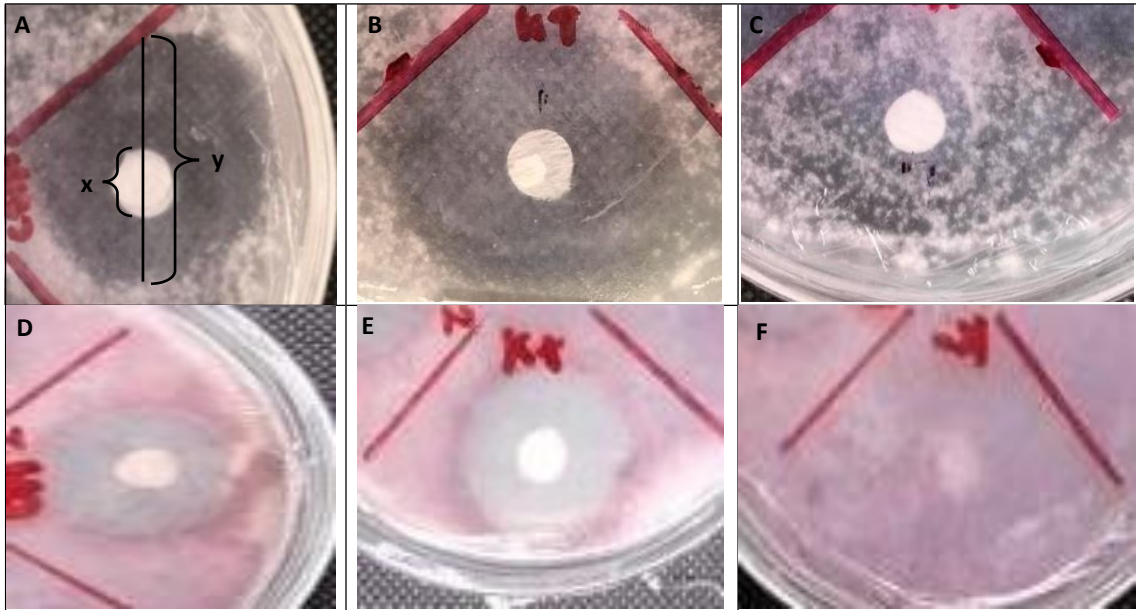
Berdasarkan Tabel 2, ekstrak yang diperoleh dari bakteri CS1A berwarna putih krem dan memiliki berat 0,089 gram. Bakteri BA2(3) memiliki ekstrak berwarna kuning krem dan memiliki berat 0,077. Perbedaan warna masing-masing ekstrak disebabkan oleh karakter fisiologis dan kemampuan biokimia bakteri tersebut. Warna hasil ekstrak bakteri juga dapat dipengaruhi oleh pigmen alami bakteri yang dapat memberikan warna tertentu pada ekstrak.

Beberapa bakteri menghasilkan pigmen seperti karotenoid (kuning hingga oranye), melanin (coklat hingga hitam), atau flavonoid (berbagai warna) sebagaimana tersaji pada Gambar 2 (Ruslan *et al.*, 2022). Menurut Kirtanayasa (2022), warna hasil ekstrak bakteri dipengaruhi oleh kandungan senyawa metabolit yang terkandung dalam ekstrak berupa terpenoid, alkaloid, polifenol, flavonoid, steroid, saponin, dan lain-lain. Senyawa ini memberikan warna yang bervariasi tergantung pada jenis dan konsentrasi senyawa tersebut.



**Gambar 1. Ekstrak Bakteri Endofit, (A) Ekstrak Kering Bakteri Endofit, (B) Ekstrak Bakteri Endofit Konsentrasi 10mg/mL, (x) Hasil Ekstrak yang Menempel Pada Dasar Botol**

Kemampuan antagonis isolat bakteri endofit CS1A dan BA2(3) dalam menghambat jamur patogen ditandai dengan terbentuknya zona bening (Gambar 3). Keberadaan zona bening menandakan bahwa ekstrak memiliki aktivitas antijamur.



**Gambar 2. (A) Zona Hambat Isolat Bakteri Endofit terhadap *Fusarium* sp., Isolat CS1A, (B) Kontrol Positif (Natamycin); (x) Diameter Cakram, (y) Diameter Zona Hambat, (C) Control Negatif, (D) Zona Hambat Isolat Bakteri Endofit terhadap *Fusarium* sp., Isolat BA2(3), (E) Kontrol Positif, (F) Kontrol Negatif**

Ekstrak bakteri endofit isolat cabai dan ciplukan menunjukkan aktivitas antijamur yang tinggi terhadap *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. Hasil uji difusi cakram membentuk zona bening di sekitar kertas cakram. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bakteri endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Zahra *et al.* (2019), menyampaikan bahwa keefektifan uji antagonis secara *in vitro* dilihat berdasarkan terbentuk atau tidaknya zona hambat antara agensia biokontrol dengan patogennya. Zona bening terbentuk karena dinding sel patogen mengalami lisis yang ditandai dengan perubahan warna menjadi jernih. Agensia biokontrol menghasilkan enzim yang dapat melisis dinding sel tersebut. Selain itu, komponen di dalam sel patogen selanjutnya digunakan oleh agensia biokontrol sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya.

Bakteri endofit mampu mengendalikan, membunuh, ataupun menghambat pertumbuhan patogen melalui mekanisme antibiosis (Deswanti, 2021). Menurut Prihatiningsih *et al.* (2015), antibiosis merupakan mekanisme pertahanan bakteri antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan morfologis maupun fisiologis dari mikroorganisme lain. Hal ini dikarenakan kemampuannya dalam mensekresikan metabolit sekunder yang bersifat antibakteri dan antijamur seperti enzim pelisis, siderofor, dan substansi toksik lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan sel patogen.

Berdasarkan hasil uji antagonis, CS1A memiliki rata-rata zona hambat sebesar 11,83 mm terhadap jamur *Colletotrichum* sp. dan sebesar 20,50 mm terhadap *Fusarium* sp. Sedangkan bakteri BA2(3) memiliki kemampuan penghambatan jamur *Colletotrichum* sp. dengan zona hambat sebesar 15,66 mm dan jamur *Fusarium* sp. sebesar 9,16 mm (Tabel 3).

**Tabel 3. Hasil Uji Antagonis Ekstrak Bakteri Endofit Tanaman Cabai dan Tanaman Ciplukan Terhadap *Colletotrichum* sp. dan *Fusarium* sp. Hari Ke - 4**

Fusarium sp.				Colletotrichum sp.			
Kode Isolat	Uji Antijamur	Rata - Rata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat	Kode Isolat	Uji Antijamur	Rata - Rata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori Zona Hambat
CS1A	+	20.50 ± 2.29	Kuat	CS1A	+	11.83 ± 1.61	Kuat
BA2 (3)	+	9.16 ± 2.84	Sedang	BA2 (3)	+	15.66 ± 3.01	Kuat
Kontrol +	+	18.50 ± 0.00	Kuat	Kontrol +	+	14.00 ± 0.00	Kuat
Kontrol -	-	0.00 ± 0.00	-	Kontrol -	-	0.00 ± 0.00	-

## Aktivitas Antagonis Isolat Bakteri Endofit Cabai dan Ciplukan terhadap Patogen *Fusarium* sp dan *Colletotrichum* sp

Berdasarkan uji antagonis, semua isolat bakteri endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen, *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. (Gambar 3). Menurut Flori *et al.* (2020), variasi daya hambat yang dihasilkan terjadi karena perbedaan jenis dan jumlah metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing isolat.

Pada penelitian ini, natamycin memberikan hasil positif terhadap kedua jamur patogen dan berperan sebagai kontrol positif. Natamycin adalah antijamur yang berasal dari spesies *Streptomyces natalensis*. Natamycin memiliki aktivitas antijamur yang efektif terhadap berbagai jamur patogen, antara lain *Candida* sp., *Aspergillus* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. dan *Penicillium* sp. Mekanisme aksi natamycin yaitu mengikat sterol yang berada di bagian membran sel bakteri dan akan mengganggu permeabilitas sel. Hal ini mengakibatkan kematian bakteri dan menghambat pertumbuhan jamur (Fatma *et al.*, 2021).

Menurut Kusumawati *et al.* (2014), bakteri endofit menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antijamur, seperti senyawa aktinomisin, iturin, fenazine, dan siderofor. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. dengan cara mengganggu metabolisme, sintesis membran, atau membran sel jamur. Metabolit sekunder dihasilkan secara optimal pada saat bakteri endofit memasuki fase stasioner (Nugraheni & Mawaddah, 2023).

Bakteri endofit yang hidup di jaringan tanaman dapat bersaing dengan jamur *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. memperebutkan nutrisi dan ruang. Selain itu, bakteri endofit dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen melalui kemampuannya menghasilkan beberapa senyawa penghambat pertumbuhannya. Isolat CS1A dan BA2(3) memiliki aktifitas antijamur terhadap *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. sebagaimana pada Tabel 2.

Kemampuan yang dimiliki bakteri endofit antara lain melarutkan senyawa fosfat, memfiksasi nitrogen, merangsang pertumbuhan akar lateral, mensintesis fitohormon seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) dan mampu menyokong pertumbuhan, perkembangan, dan pertahanan (Al-Khayri *et al.*, 2023). Kemampuan tersebut termasuk dalam kompetisi ruang dan produksi enzim yang dapat mengganggu proses pertumbuhan jamur patogen. Kemampuan isolat CS1A dan BA2(3) dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp., diharapkan dapat dimanfaatkan serta diaplikasikan sebagai agen hayati untuk menanggulangi penyakit tanaman dan dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan pestisida dalam mengatasi penyakit pada tanaman.

### Screening Enzim Ekstraseluler

Hasil uji biokimia meliputi uji amilolitik, selulolitik, proteolitik, lipolitik, pelarut P, pelarut K, dan kitinolitik tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Uji Biokimia Bakteri Endofit Tanaman Cabai dan Tanaman Ciplukan**

Kode Isolat	Amilolitik	Selulolitik	Proteolitik	Lipolitik	Pelarut P	Pelarut K	Kitinolitik
CS1A	+	+	-	-	-	-	-
BA2 (3)	+	-	-	-	+	-	-

Keterangan : (+) = Terbentuk zona bening, (-) = Tidak terbentuk zona bening

Isolat CS1A dan BA2(3) tidak memberikan hasil positif terhadap uji proteolitik, lipolitik, pelarut K, dan kitinolitik. Tidak terbentuknya zona bening pada keempat pengujian menunjukkan tidak adanya kemampuan isolat tersebut menghasilkan enzim-enzim yang diuji (Wilson & Remigio, 2012).

Potensi besar bakteri endofit CS1A untuk menghambat jamur patogen *Fusarium* sp. didukung oleh kemampuannya dalam mendegradasi amilum dan selulolitik. Sedangkan pada bakteri BA2(3), penghambatan terhadap jamur *Colletotrichum* sp. didukung dengan kemampuannya dalam mendegradasi amilum dan melarutkan P. Hal ini sesuai dengan pernyataan Haqq *et al.* (2022), yang menyampaikan bahwa amilum dan selulosa berperan sebagai sumber karbohidrat yang dapat dihidrolisis oleh jamur *Fusarium* sp. untuk menghasilkan glukosa yang berfungsi sebagai nutrisi pertumbuhan jamur tersebut.

Beberapa bakteri yang berpotensi menjadi PGPB (*Plant Growth Promoting Bacteria*) yang memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur berhasil diisolasi dari permukaan tanaman dan daun tanaman. Amilase dan selulase yang dihasilkan oleh bakteri endofit (Tabel 4) memiliki kemampuan antimikroba dengan spektrum kuat. Kemampuannya tersebut mampu menghambat pelepasan spora, perkecambahan spora dan berkaitan dengan penguatan dinding sel dari jamur patogen (Agustin *et al.*, 2021). Isolat bakteri

endofit BA2(3) positif terhadap uji pelarut P yang dibuktikan dengan pembentukan zona bening di sekitar koloni bakteri endofit dalam media. Bakteri yang memiliki kemampuan pelarut fosfat mampu melarutkan fosfat dengan menghasilkan enzim fosfatase dan asam organik seperti asetat, format, fumarat, glikolat, propionat, suksinat. Berbagai enzim dan asam organik tersebut membentuk khelat dengan Al, Ca maupun Fe yang akan mengikat P sehingga ion fosfat seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  menjadi bebas ikatannya dan tersedia bagi tanaman (Darmayasa & Kawuri, 2014).

## KESIMPULAN

Penelitian ini diperoleh hasil bahwa isolat bakteri endofit CS1A dan BA2(3) memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. dan *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*. Isolat CS1A lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp., sedangkan BA2(3) efektif dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Kedua isolat bakteri endofit berpotensi menjadi kandidat PGPB. Hal ini didasarkan dari penelitian ini di mana kedua isolat mampu melarutkan fosfat, amilum, selulosa, dan menunjukkan sifat antagonis terhadap jamur patogen, *Fusarium* sp dan *Colletotrichum* sp. Keberhasilan isolat CS1A dan BA2(3) dalam menghambat patogen tanaman diharapkan dapat dikembangkan sebagai agen biokontrol, dan perlu diperkuat dalam uji *in vitro* maupun rumah kaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., Putri, D. H., & Irdawati, I. (2018). Isolation and Identification of Endophytic Bacteria from the Andalus Plant Stem (*Morus macroura* Miq.). *Bioscience*, 2(1), 72–75. Universitas Negeri Padang (UNP).
- Agustin, D. A., Qurrotu A'yun, E., Marsya, T. I., Restu, D., & Kusuma, R. (2021). Potensi Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) sebagai Pemacu Ketahanan Tanaman Padi terhadap Hawar Malai Padi. *Journal of Agricultural Science*, 2021(2), 96–105.
- Al-Khayri, J. M., Rashmi, R., Toppo, V., Chole, P. B., Banadka, A., Sudheer, W. N., Nagella, P., *et al.* (2023). Plant Secondary Metabolites: The Weapons for Biotic Stress Management. *Metabolites*, 13(6), 1–37. MDPI.
- Azizah, F. N. (2023). *Uji antagonis kapang endofit tanaman Serai wangi (cymbopogon winterianus) terhadap fusarium sp., colletotrichum sp., ganoderma sp., dan phytophthora sp* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Badaring, D. R., Puspitha, S., Sari, M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Anugrah, S. L. R. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16–26.
- Basri, M.H., Mahmudi, A., dan Vendyansyah, M. (2020). Perbandingan Metode Dempster Shafer dan Certainty Factor untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Terong. *JATI*, 4(1), 230-238.
- Candole, B. L., Conner, P. J., & Ji, P. (2010). Screening *Capsicum annuum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici*. *HortScience*, 45(2), 254-259.
- Darmayasa, I. B. G., & Kawuri, R. (2014). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat potensial pada tanah konvensional dan tanah organik. *Simbiosis: Journal of Biological Sciences*.
- Deswanti, C. H. (2021). Isolasi dan Uji Antagonis Khamir dari Tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Terhadap *Aspergillus flavus* Penghasil Aflatoksin. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Dwiantara, W. S., & Widya Rohmawati. (2023). Isolasi Bakteri Bacillaceae untuk Memenuhi Kebutuhan Bahan Praktikum di Laboratorium Teknologi Rekayasa Pangan. *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 2(1), 12–17. Politeknik Negeri Jember.

Aktivitas Antagonis Isolat Bakteri Endofit Cabai dan Ciplukan terhadap Patogen *Fusarium* sp dan *Colletotrichum* sp

- Fatma, M., Chatri, M., Fifendy, M., & Handayani, D. (2021). Effect of Papaya Leaf Extract (*Carica papaya* L.) on Colony Diameter and Percentage of Growth Inhibition of *Fusarium oxysporum* Pengaruh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap *Fusarium oxysporum*. *Serambi Biologi*, 6(2), 9–14.
- Fitriyah, D., Pardi, H., Septiani Silitonga, F., Putra Ramdhani, E., Ika Puspitasari, N., Maritim Raja Ali Haji Jl Dompok Tanjungpinang, U., & Riau, K. (2023). Isolasi dan skrining antibakteri dari kapang endofit tanaman bajakah (*spatholobus littoralis* hassk) isolation and antibacterial screening of endophytic fungies of bajakah plants (*spatholobus littoralis* hassk). *Jurnal Zarah*, 11(1), 25–30.
- Flori, F., Mukarlina, & Rahmawati. (2020). Potensi Antagonis Isolat Bakteri *Bacillus* spp. Asal Rizosfer Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp. *JDF. Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 5(1), 111–120. Retrieved from <http://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>
- Haqq, I. M., Dewi, R. S., Mumpuni, A., Hikam, R., Yulianti, D. M., & Artikel, R. J. (2022). Identifikasi dan Uji Potensi Amilolitik Isolat Jamur Pendegradasi Sampah Organik. *Bioeksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 4(1), 19–27.
- Hikmah, F. N. (2018). Uji potensi antagonis bakteri endofit *Bacillus cereus* dan *Bacillus megaterium* terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu daun cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Kirtanayasa, I. G. Y. A. (2022). Literatur Review : Aktivitas Antibakteri Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap Bakteri *Klebsiella Pneumonia*. *Gema Agro*, 27(2), 107–111. Universitas Warmadewa.
- Khattab, A. I., Babiker, E. H., & Saeed, H. A. (2016). Streptomyces: isolation, optimization of culture conditions and extraction of secondary metabolites. *International Current Pharmaceutical Journal*, 5(3), 27–32. Retrieved from <http://www.icpjonline.com/documents/Vol5Issue3/02.pdf>
- Kusumawati, D. E., Pasaribu, F. H., Bintang, M., & Si, S. (2014). Aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit dari tanaman miana (*Coleus scutellarioides* [L.] Benth.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Current Biochemistry*, 1(1), 2355–7877.
- Mudmainah, S., & Somala, M. U. A. (2019). Aktivitas Antifungi Compost Tea dalam Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp.capsici. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 5(1).
- Nugraheni, I. A., & Mawaddah, I. A. (2023). In vitro antagonism test of endophytic isolates from the ciplukan plant (*Physalis angulata* L.) against *Ralstonia solanacearum*. *Sainteks: Jurnal Sain dan Teknik*, 5(2), 200–210.
- Oktavia, N., & Sri Pujiyanto, dan. (2018). 6 Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus Roseus*, L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Berkala Bioteknologi*, 1(1), 6–12.
- Palupi, H., Yulianah, I., & Respatijarti, R. (2015). Uji Ketahanan 14 Galur Cabai Besar (*Capsicum annum* L.) Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* Spp) Dan Layu Bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Prihatiningsih, N., Arwiyanto, T., Hadisutrisno, B., & Widada, J. (2015). Mekanisme antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian penyakit layu bakteri kentang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 15(1), 64-71.
- Ruslan, R., Ismed, F., & Nabila, G. S. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bakteri Endofit dan Identifikasi Bakteri yang Diisolasi dari Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(1), 42–49.
- Safrida, Y. D., Yulvizar, C., & Devira, C. N. (2012). Isolasi dan karakterisasi bakteri berpotensi probiotik pada ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *Depik*, 1(3).
- Saxena, A., Raghuwanshi, R., Gupta, V. K., & Singh, H. B. (2016). Chilli anthracnose: the epidemiology and management. *Frontiers in microbiology*, 7, 1527.

- Setianah, H. (2020). Isolasi bakteri endofit dari tanaman ciplukan (*Physalis angulata* L.) berpotensi sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri patogen. (*Skripsi*). Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Setianah, H., Nugraheni, I. A., & Wibowo, D. S. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Asal Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *JHeS (Journal of Health Studies)*, 5(1), 50–61. Universitas 'aisyiyah Yogyakarta.
- Silfia, D. E. (2023). inventarisasi jamur penyebab penyakit pada daun padi (*oryza sativa*) pada fase generatif di kabupaten pesawaran. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Lampung.
- Sriyanti, N. L. G., Suprpta, D. N., & Suada, I. K. (2015). Uji keefektifan rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab Antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1), 53-65.
- Utami, C. R., Ryan Radix Rahardhian, M., & Sulistyarini, I. (2017). Aktivitas antibakteri pigmen karotenoid khamir *Phaffia rhodozyma* terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* atcc 6231 secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksata*, 2(1), 70–75.
- Wang, Y., Li, H., Zhao, W., He, X., Chen, J., Geng, X., & Xiao, M. (2010). Induction of toluene degradation and growth promotion in corn and wheat by horizontal gene transfer within endophytic bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(7), 1051-1057.
- Wilson, P., & Remigio, Z. (2012). Production and characterisation of protease enzyme produced by a novel moderate thermophilic bacterium (EP1001) isolated from an alkaline hot spring, Zimbabwe. *African Journal of Microbiology Research*, 6(27), 5542-5551.
- Welfalini, S. T., Suartha, I. N., & Sudipa, P. H. (2022). Uji Daya Hambat Eko-enzim terhadap Perumbuhan Bakteri *Streptococcus* spp. yang Diisolasi dari Jaringan Ektodermal Kulit Anjing. *Buletin Veteriner Udayana*, 15(2), 169–176. Universitas Udayana.
- Wibawa, K. S., Ngurah Suprpta, D., & Khalimi, K. (2019). Uji antagonis bakteri endofit terhadap *colletotrichum scovillei* penyebab penyakit antraksona pada cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Sci. and Biotechnol*, 8(1), 31–41. Retrieved from <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JASB>
- Wijianto, R., Prihatiningsih, N., & Mugiastuti, E. (2023). Uji antagonisme bakteri endofit akar cabai merah terhadap jamur *Fusarium oxysporum* secara in vitro dan in planta. Prosiding Seminar Nasional Peran Kesehatan Tanaman Terhadap Ketahanan Pangan dan Perdagangan Bebas.
- Zahra, D. A., Arika, P., & Herry, N. (2019). Seleksi bakteri endofit asal tanaman terung (*Solanum melongena* L) terhadap *Ralstonia solanacearum* secara in vitro. In *Seminar nasional dies natalis UNS ke-43* (Vol. 3, No. 1).