

**Studi Konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam menekan penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum truncatum* pada tanaman Kedelai (*Glycine max*)*****Study of Bacillus subtilis and Pseudomonas fluorescens consortium in suppressing anthracnose disease by Colletotrichum truncatum patogen on soybeans (Glycine max)***

Ahmad Agym Krida Purnama<sup>1</sup>, Trisnani Alif<sup>1\*</sup>, Iqbal Erdiansyah<sup>1</sup>, Mahindra Dewi Nur Aisyah<sup>1</sup>, Tirta Wahyu Widodo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia

Email: [trisnani@polije.ac.id](mailto:trisnani@polije.ac.id)

**ABSTRAK**

*Colletotrichum truncatum* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman kedelai yang dapat menurunkan kualitas dan hasil produksi. Pengendalian penyakit umumnya dilakukan menggunakan fungisida kimia, namun penggunaan secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Sehingga diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan yaitu pemanfaatan agensia hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sinergi *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* dalam menghambat pertumbuhan *C. truncatum* secara in vitro dan efektivitasnya dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman kedelai di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsorsium *P. fluorescens* dan *B. subtilis* menunjukkan aktivitas penghambatan pertumbuhan *C. truncatum* in vitro. Perlakuan konsorsium bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* konsentrasi  $10^8$  cfu/mL pada 72 jam menghasilkan penghambatan sebesar 44,9%. Namun demikian, pada kondisi lapangan, perlakuan konsorsium bakteri belum mampu menekan insidensi dan intensitas penyakit antraknosa secara optimal dibandingkan dengan fungisida sintetik.

Kata kunci: kedelai, daya hambat, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Colletotrichum truncatum*

**ABSTRACT**

*Colletotrichum truncatum* is a major soybean disease that can reduce the quality and yield of soybeans. Chemical fungicides are commonly used to control the disease, but their continued use can negatively impact the environment. Therefore, a more environmentally friendly control alternative, namely the use of biological agents, is needed. This study aimed to determine the synergistic ability of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* to inhibit the growth of *C. truncatum* in vitro and its effectiveness in suppressing the development of anthracnose disease in soybeans in the field. The results showed that a consortium of *P. fluorescens* and *B. subtilis* exhibited inhibitory activity against the growth of *C. truncatum* in vitro. Treatment with a consortium of *P. fluorescens* and *B. subtilis* bacteria at a concentration of  $10^8$  cfu/mL for 72 hours resulted in 44.9% inhibition. However, under field conditions, the bacterial consortium treatment was not able to optimally suppress the incidence and intensity of anthracnose disease compared to synthetic fungicides.

Keywords: soybeans, inhibitory, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Colletotrichum truncatum*

**PENDAHULUAN**

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum truncatum* merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman kedelai karena dapat menyerang batang, polong, dan biji sehingga menurunkan kualitas serta hasil produksi tanaman (Bouffleur et al., 2021). Patogen ini dilaporkan menjadi salah satu faktor pembatas produksi kedelai terutama pada lingkungan dengan kelembapan



Article History

Received : 21-05-2026

Revised : 08-06-2026

Accepted : 23-06-2026

Agroradix is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Copyright © by Author



tinggi yang mendukung perkembangan penyakit secara cepat (Anokhe dan Yadav, 2025). Distribusi spora dari *C. truncatum* dapat terbang dengan bantuan angin dan berkembang pada suhu  $\pm 27^{\circ}\text{C}$  di kelembapan udara 80% sehingga penularannya terjadi dalam waktu yang cepat (Prihatiningsih, et al. 2022). Gejala yang ditimbulkan berupa bercak berwarna cokelat kehitaman hingga nekrosis yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Serangan *C. truncatum* pada kondisi lingkungan yang mendukung dapat menyebabkan kerugian hasil, menurunkan kualitas biji dan viabilitas benih. *C. truncatum* juga dapat menyerang buah, tangkai, daun, dan juga pangkal batang yang dapat menyebabkan pembusukan, kematian jaringan tanaman hingga menyebabkan gagal panen (Silva. et al. 2017).

Salah satu solusi pengendalian yang bisa dilakukan adalah aplikasi fungisida kimia yang dapat menekan perkembangan spora *C. truncatum*. Akan tetapi penggunaan bahan kimia memiliki efek samping seperti pencemaran lingkungan dan timbulnya resistensi (Sila dan Sopialena, 2016). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan agens hayati menjadi salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan terhadap penyakit antraknosa (Guzmán-Guzmán et al., 2023). *Bacillus subtilis* diketahui memiliki kemampuan antagonis terhadap *Colletotrichum* spp. melalui produksi senyawa antimikroba, enzim hidrolitik, dan mekanisme kompetisi nutrisi maupun ruang tumbuh patogen (Shafi et al., 2017). Selain itu, *Pseudomonas fluorescens* mampu menekan perkembangan patogen sekaligus menginduksi ketahanan sistemik tanaman sehingga berpotensi meningkatkan kemampuan tanaman dalam menghadapi infeksi penyakit (Guzmán-Guzmán et al., 2023). Aplikasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* secara tunggal dilaporkan mampu menekan serangan *C. truncatum* masing-masing sebesar 16.67% dan 36.08% (Ramdan et al., (2021). Sebagian besar penelitian masih mengevaluasi efektivitas *Bacillus* atau *Pseudomonas* secara tunggal. Informasi mengenai efektivitas konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap *Colletotrichum truncatum* pada kedelai masih sangat terbatas. Selain itu, potensi sinergisme kedua bakteri dalam menekan perkembangan patogen antraknosa kedelai belum banyak dikaji secara khusus. Dengan demikian, kombinasi kedua agen hayati tersebut masih perlu dikaji untuk memperoleh potensi efek sinergis dalam meningkatkan efektivitas pengendalian antraknosa pada kedelai secara lebih optimal (Bouffleur et al., 2021).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga Desember 2025 di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember dan lahan pertanian di Desa Kebonsari, Kecamatan Sumbersari, Jember dengan Ketinggian berkisar 150 – 300 mdpl dengan pH 6,5.

Alat yang digunakan dalam laboratorium berupa preparate, mikroskop, bunsen, cawan petri, *Laminar Air Flow* (LAF), *autoclave*, *magnetic stirrer*, timbangan analitik, tpc dan tabung reaksi. Untuk kegiatan di lahan membutuhkan cangkul, tugal, gembor, ember, *sprayer*, kenco, tali rafia, dan gelas ukur. Bahan yang dibutuhkan untuk kegiatan di laboratorium antara lain media potato dextrose agar (PDA) dan media *natrium agar*, alkohol 96% dan 70%, isolate dari *P. fluorescens*, *B. subtilis*, *C. truncatum*, aquadest, kapas, dan *plastik wrap*. Sedangkan kebutuhan di lapang antara lain air, benih kedelai, pupuk urea, KCl, phonska, SP-36, pupuk kandang, dan fungisida berbahan aktif mankozeb 85%.



Article History

Received : 21-05-2026

Revised : 08-06-2026

Accepted : 23-06-2026

AgroRadix is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Copyright © by Author



### Pembuatan media NA (*Natrium Agar*)

Pembuatan media NA merujuk pada penelitian yaitu dengan menimbang bubuk NA instan sebanyak 20 g untuk 1 liter aquadest kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu dilakukan sterilisasi selama 30 menit di suhu 121°C.

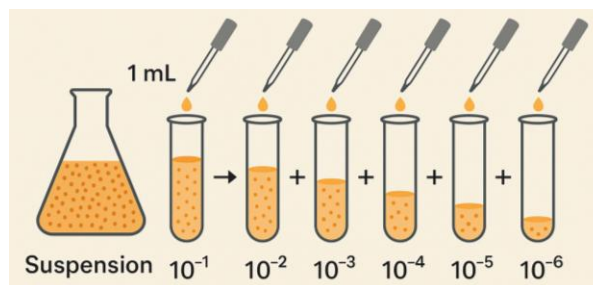
### Purifikasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*

Purifikasi dari bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* secara aseptis menggunakan jarum ose untuk memastikan tidak ada mikroorganisme lainnya sesuai dengan penelitian Rahayu dan Nurtwitri (2019).

### Perhitungan jumlah Koloni *P. fluorescens* dan *B. subtilis*

Penghitungan koloni dengan metode pengenceran bertahap (*dilution method*) (Sandiase et al. 2023). sampel yang akan dihitung jumlah bakterinya dihomogenkan, kemudian dibuat seri pengenceran bertingkat dalam larutan pengencer secara aseptis (gambar 1). Perhitungan jumlah koloni menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah koloni} = \frac{\text{jumlah koloni} \times \text{faktor pengenceran}^2}{\text{volume sampel yang diinokulasikan}}$$



Gambar 1 Ilustrasi Pengenceran Bertahap (Samhita dkk. 2020).

### Uji sinergitas bakteri

Uji sinergitas merupakan kemampuan suatu mikroorganisme yang dapat bekerjasama dan tidak memiliki sifat antagonis atau menekan satu sama lain bilamana digabungkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dinata, et al. (2021) terdapat beberapa kriteria bahwa suatu mikroorganisme bersinergi antara lain tidak ada jarak penghalang atau zona bening antara koloni bakteri, hal tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme tidak dapat menekan satu sama lain

### Uji *dual-culture assay*

Uji *dual-culture assay* merujuk pada penelitian Agustina, et al (2022) yang dimodifikasi dengan 4 perlakuan dan 4 kali pengulangan sebagai berikut:

PB 0 : Kontrol (tanpa perlakuan) ,

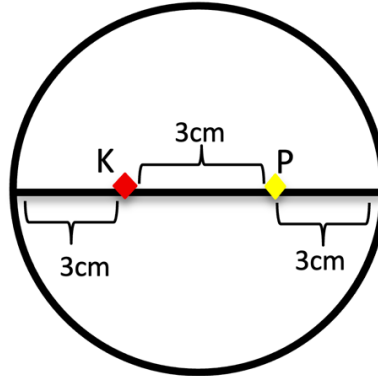
PB 1 : *P. fluorescens* + *B. subtilis* ( $10^7$  cfu/ml)

PB 2 : *P. fluorescens* + *B. subtilis* ( $10^8$  cfu/ml)

PB 3 : *P. fluorescens* + *B. subtilis* ( $10^9$  cfu/ml)

Metode ini menggunakan media NA yaitu menggabungkan bakteri *P. Fluorescens* dan *B. subtilis* dengan cendawan *C. truncatum* dalam satu media. Pengamatan dilakukan setelah di inkubasi 24 jam. Zona bening, disekitar media merupakan ukuran kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri yang

digunakan sebagai bahan uji. Zona bening yang terbentuk pada uji dual-culture assay diukur untuk indikator efektivitas penghambatan kombinasi bakteri terhadap pertumbuhan *C. truncatum*. Pengukuran dilakukan pada sisi zona bening yang terbentuk, kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai diameter dengan satuan mm (Mahartha et al., 2017).



Gambar 2. Uji daya hambat dengan pengamatan zona bening. K:control, P: kombinasi bakteri *P. fluorescens* + *B. subtilis*

Zona bening yang terbentuk akan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{daya hambat: } \frac{d1 - d2}{d1} \times 100\%$$

Keterangan: d1: jarak patogen mengara ke agensia hayati (cm/mm), d2: jarak patogen mengarah ke cawan petri (cm/mm)

### Uji lapang

Uji lapang dilakukan dengan membandingkan dua lahan berukuran 10 × 5 m dengan jarak lahan 100 m yaitu lahan pertama aplikasi kombinasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* ( $10^8$  cfu/ml) dan lahan kedua aplikasi fungisida sintetik (mankozeb 83%) di lahan. Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tanam menggunakan tugal sedalam 3 cm setelah persiapan lahan selesai menggunakan jarak tanam 40 × 30 cm dengan 2 benih per lubang. Sampel tanaman yang diamati adalah 10% dari populasi yaitu 35 tanaman sampel. Aplikasi agensia hayati dan fungisida sintetik dilakukan dengan cara disemprot menyeluruh pada bagian tanaman berumur 21 HST dengan interval seminggu sekali hingga sebelum panen (73 HST) (Wiyono dkk. 2022). Aplikasi di lakukan dengan mencampurkan dengan air dan agensia hayati ke tanaman menggunakan sprayer dengan konsentrasi 10 ml/l dari masing-masing APH yang digunakan.

Parameter pengamatan Kejadian penyakit dan intensitas serangan patogen *C. truncatum* diamati setiap minggu dengan rumus (Cholis dkk, 2021).

### Intensitas Serangan Penyakit

Kerusakan yang diakibatkan oleh serangan *C. truncatum* dapat dilihat dan dihitung menggunakan rumus intensitas serangan penyakit sesuai dengan penelitian Akbar dan Syarief (2020) sebagai berikut:

$$I = \frac{(n1 \times v1) + (n2 \times v2) \dots}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas serangan penyakit

n = Skor intensitas serangan pada daun tanaman sampel

v = Jumlah daun pada skala serangan tertentu

Z = skor tertinggi

N = Jumlah daun keseluruhan per tanaman sampel

Pengamatan ini dilakukan pada tanaman sampel dengan metode zig-zag sesuai dengan populasi tanaman dalam satu lahan. Nilai kategori serangan (skor) untuk penyakit antraknosa didasarkan pada skala kerusakan tanaman penyakit yang terserang mengacu pada (Vivechana, 2023) dengan modifikasi pada Tabel 1

Tabel 1. Skala Serangan Penyakit

| Skor | Kategori penyakit | Keterangan                 |
|------|-------------------|----------------------------|
| 0    | 0%                | Tidak ada gejala pada daun |
| 1    | 1%                | Tahan                      |
| 3    | 1-10%             | Cukup tahan                |
| 5    | 11-25%            | Cukup rentan               |
| 7    | 26-50%            | Rentan                     |
| 9    | 51%               | Sangat rentan              |

### Kejadian Penyakit

Menghitung seberapa banyak tanaman yang terkena penyakit antraknosa dari awal tanam hingga panen tiap minggu yang disebabkan oleh *C. truncatum* (Cholis dkk, 2021). Untuk menghitung kejadian penyakit menggunakan rumus berikut:

$$I : \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan

I : Kejadian penyakit

A : Jumlah tanaman yang terserang

B : Jumlah tanaman sampel

### Analisa data

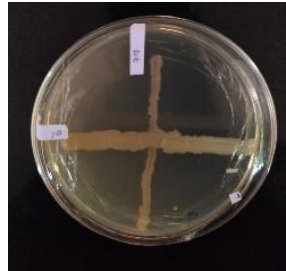
Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan SPSS dan uji Kruskal Wallis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Sinergitas Bakteri

Hasil uji sinergitas menggunakan metode streak menandakan bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* tidak memunculkan zona bening dan bakteri tersebut tidak saling menekan satu salam lain (Gambar 3). Sesuai dengan penelitian Sagala et al (2022) yang mengatakan bahwa bakteri yang bersinergi tidak memunculkan zona bening. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Agustina, et al. (2022) yang menyatakan bahwa konsorsium *P. fluorescences* dan *B. Subtilis* menunjukkan perilaku bersinergi. Zhang et al (2025) menyatakan bahwa *P. fluorescens* dan *B. subtilis* memiliki mekanisme berbeda yang mana metabolit sekunder berupa senyawa seperti (DAPG dan pyoluteorin) serta

lipopeptida (iturin, fengisin, surfaktin) yang dihasilkan tidak memberikan efek perlawanan terhadap bakteri lain. Adanya sinergi kedua bakteri berpotensi untuk menghambat patogen lebih maksimal karena kerja sama antar senyawa metabolit yang dihasilkan oleh bakteri.



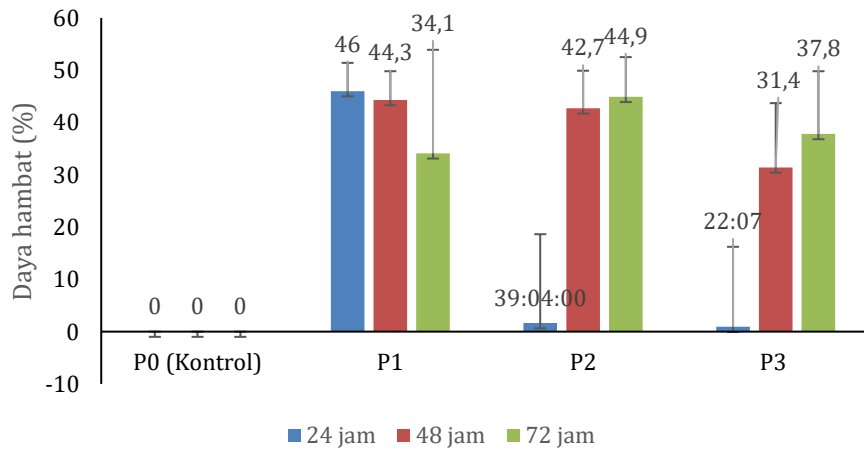
Gambar 3. Hasil uji sinergitas bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* pada 24 Jam

### Uji Daya Hamabat

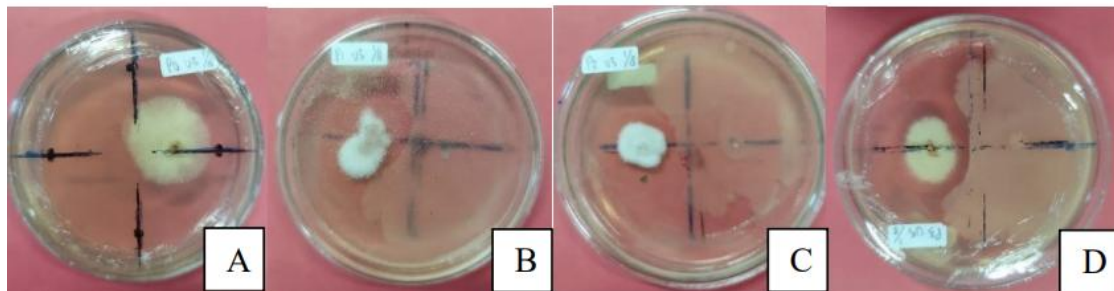
Penghambatan patogen oleh sinergi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dapat dilihat pada gambar 4. Penghambatan bakteri *P. fluorescens* + *B. subtilis*  $10^7$  cfu/ml terhadap patogen tertinggi pada waktu 24 jam dan terus menurun di 48 jam dan 72 jam. Hal ini diduga karena produksi senyawa metabolit dari konsorsium bakteri mencapai fase paling optimum yaitu 24 jam dan mengalami penurunan setelah 24 jam sejalan dengan Budianto dan Suprastyani (2017) bahwa aktivitas antagonism bakteri optimum pada waktu 24 jam setelah inokulasi karena adanya produksi senyawa antibakteri yang maksimal. Namun sebaliknya, *P. fluorescens* + *B. subtilis*  $10^8$  cfu/ml terjadi peningkatan penghambatan disetiap jamnya baik pada 24, 48 maupun 72 jam. Peningkatan daya hambat pada konsentrasi tersebut diduga berkaitan dengan optimalnya populasi bakteri dalam menghasilkan metabolit antagonistik. Sehingga secara keseluruhan perlakuan *P. fluorescens* + *B. subtilis*  $10^8$  cfu/ml merupakan perlakuan terbaik untuk penghambatan patogen *C. truncatum*. Selanjutnya, efektifitas penghambatan bakteri *P. fluorescens* + *B. subtilis* terhadap patogen *C. truncatum* secara visual yang dilakukan di laboratorium terlihat pada gambar 4. Perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk pada masing-masing cawan petri menunjukkan tingkat efektifitas setiap konsentrasi agen hayati dalam menekan pertumbuhan patogen secara in vitro. Luas atau sempitnya zona bening (halo) yang terbentuk di sekitar koloni agen hayati mencerminkan perbedaan kekuatan daya hambat dari masing-masing konsentrasi bakteri terhadap pertumbuhan miselium *C. truncatum* secara langsung.

Pada pengamatan 72 jam, *P. fluorescens* + *B. subtilis*  $10^8$  cfu/ml dan  $10^9$  cfu/ml menunjukkan peningkatan persentase daya hambat sebesar 44,9% dan 38%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi  $10^8$  cfu/ml dianggap dosis yang paling efektif karena memiliki persentase daya hambat yang tinggi dan konsisten dalam mempertahankan aktivitas antagonis terhadap *C. truncatum* hingga akhir pengamatan. *P. fluorescens* + *B. subtilis* dengan konsentrasi lebih rendah  $10^7$  cfu/ml cenderung mengalami penurunan efektifitas, dan konsentrasi tinggi ( $10^9$  cfu/ml) berpotensi menimbulkan kejenuhan. Sehingga konsentrasi tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat. Fenomena adanya konsentrasi optimum agen hayati juga dilaporkan oleh Nurosid et al.. (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan berbagai dosis bakteri antagonis tidak selalu diikuti peningkatan efektifitas pengendalian. Kemungkinan hal ini berpengaruh pada kerapatan sel yang terlalu tinggi

sehingga produksi metabolit antijamur atau kemampuan kolonisasi permukaan medium tidak maksimal (Santamaria, et al. 2022).



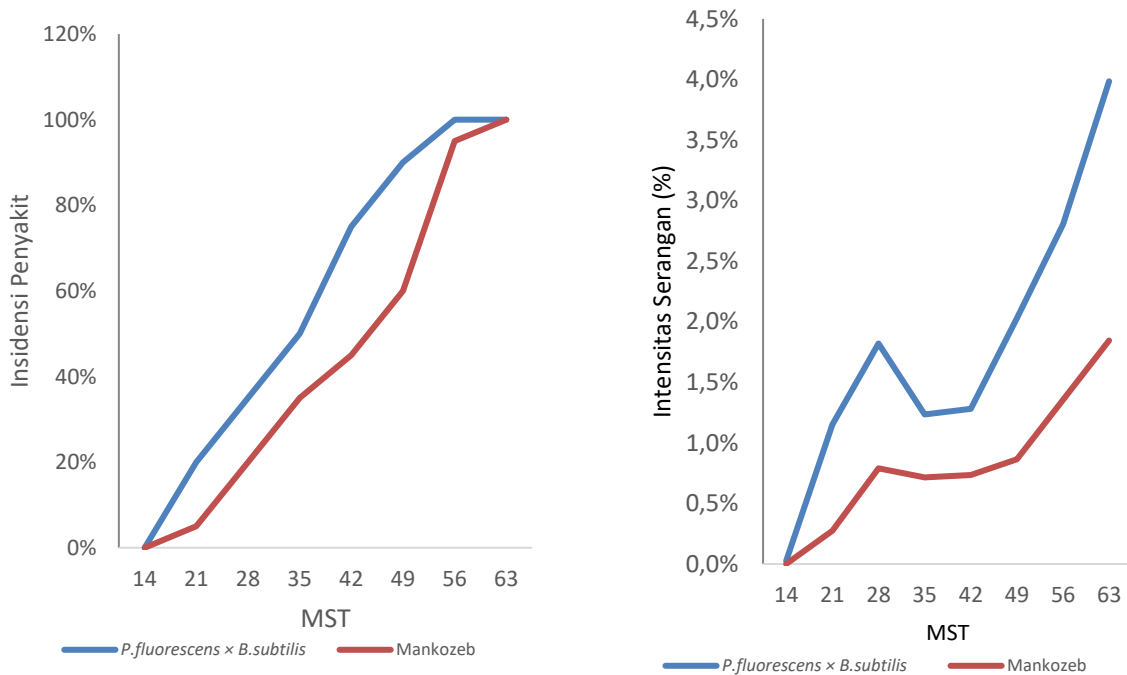
Gambar 4. Persentase daya hambat. Keterangan: P0: Kontrol, P1: *P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>7</sup> cfu/ml, P2: *P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>8</sup> cfu/ml, P3: *P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>9</sup> cfu/ml



Gambar 5. Hasil uji daya hambat (72 jam): A (Kontrol), B (*P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>7</sup> cfu/ml), C (*P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>8</sup> cfu/ml), D (*P. fluorescens* + *B. subtilis* 10<sup>9</sup> cfu/ml)

### Intensitas dan Kejadian Penyakit *C. truncatum* di Lapang

Insidensi penyakit *C. truncatum* terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur tanaman pada setiap perlakuan (Gambar 5). Perlakuan konsorsium *P. fluorescens* × *B. subtilis* menunjukkan peningkatan insidensi penyakit lebih cepat dibandingkan perlakuan mancozeb, bahkan di 21 HST, insidensi pada perlakuan *P. fluorescens* + *B. subtilis* sudah mencapai 20%. Tingginya insidensi penyakit pada perlakuan *P. fluorescens* × *B. subtilis* menunjukkan bahwa aplikasi bakteri antagonis belum mampu memberikan perlindungan optimal terhadap infeksi *C. truncatum*. Hal ini didukung juga dengan persentase pada intensitas serangan yang menunjukkan pada perlakuan *P. fluorescens* + *B. subtilis* lebih tinggi dibanding dengan mancozeb (Gambar 6).



Gambar 5. Perkembangan kejadian (kiri) dan intensitas (kanan) penyakit *C. truncatum*

Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas agens hayati dalam menekan perkembangan patogen masih lebih rendah dibandingkan fungisida kimia kontak seperti mankozeb yang memiliki spektrum pengendalian luas dan bekerja cepat dalam menghambat perkecambahan spora serta pertumbuhan jamur patogen (Sharma et al., 2021). Selain itu, keberhasilan pengendalian menggunakan bakteri antagonis dipengaruhi oleh kemampuan kolonisasi bakteri pada permukaan tanaman, kestabilan populasi di lapangan, serta interaksi dengan kondisi lingkungan sehingga efektivitasnya sering kali tidak secepat fungisida sintesis (Bharathi et al., 2022). Penelitian lain juga melaporkan bahwa penggunaan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* cenderung memberikan pengendalian yang bertahap karena mekanisme kerjanya lebih banyak melalui antibiosis, kompetisi nutrisi, dan induksi ketahanan tanaman dibandingkan efek fungitoksik langsung seperti pada mankozeb (Ghosh et al., 2023).

### SIMPULAN

Konsorsium bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* menunjukkan kompatibilitas antar agensia hayati, dan berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *C. truncatum* secara in vitro yang ditunjukkan dengan adanya aktivitas antagonistik terhadap patogen. Namun, pada kondisi lapangan efektivitas pengendalian oleh konsorsium bakteri tersebut masih lebih rendah dibandingkan fungisida mankozeb dalam menekan insidensi dan perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman kedelai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., A. Purnawati., E. T. Prasetyawati., dan S. R. Lestari. (2024). Efikasi Konsorsium *Bacillus* spp. Dan *Pseudomonas fluorescens* Terhadap Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 12(3), Hal. 578-583.
- Akbar, F. I. K., dan M. Syarief. (2020). Aplikasi *Trichoderma* sp. Terhadap Penyakit Karat Daun (*Phakopsora pachyrizi*) Tanaman Kedelai Edamame. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 4(1), Hal. 64-70. DOI:10.25047/agripriima.v4i1.324.
- Anokhe, A. dan Yadav, A.L. (2025). *Anthracnose of Soybean: Current Status and Management Strategies*. *Journal of Plant Pathology Research* 8(1): 15–28.
- Bharathi, R., Vivekananthan, R., Harish, S., Ramanathan, A. and Samiyappan, R. (2022). Rhizobacterial-based bioformulations for the management of plant diseases: current approaches and future perspectives. *Biological Control* 170: 104928.
- Bouffleur, T.R., Ciampi-Guillardi, M., Rogério, F., Thon, M.R. and Massola, N.S. (2021). Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum truncatum*: taxonomy, biology, and management. *Tropical Plant Pathology* 46: 1–13.
- Cholis, F. R., I. S. Budi., dan M. Mariana. (2021). Uji Cara Aplikasi PGPR dalam Menekan Kejadian Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Hiyung di Lahan Rawa. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 4(3), Hal. 366-371.
- Dinata, G. F., L. Q. Aini., dan A. L. Abadi. (2021). Sinergi Beberapa Bakteri yang Diisolasi dari Keanekaragaman Hayati UB Serasah Kopi Hutan secara In Vitro. *Prosiding NST Konferensi Bioinformatika dan Keanekaragaman Hayati*. 1, Hal. 25-30. doi: 10.11594/nstp.2021.0704.
- Ghosh, R., Barman, S., Mukherjee, A. and Mandal, N.C. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria mediated disease suppression and induced resistance in crop plants. *Frontiers in Microbiology* 14: 1187432.
- Guzmán-Guzmán, P., Porrás-Troncoso, M.D., Olmedo-Monfil, V. and Herrera-Estrella, A. (2023). Biological control and plant growth promotion by *Pseudomonas fluorescens* and related species. *Frontiers in Microbiology* 14: 1184562.
- Mahartha, K. A., D. N. Supratpa, dan G. N. A. S. Wiryana. (2017). Potensi Rizobakteri yang Diisolasi dari Rizosfer Tanaman Leguminosae untuk Mengendalikan Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Rebah Kecambah pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Agriculture Science and Biotechnology*. 6(1), Hal. 1-8.
- Prihatiningsih, N., H. A. Djatmiko dan Erminawati. (2020). Komponen epidemi penyakit antraknosa pada tanaman cabai di kecamatan baturaden kabupaten Banyumas. *Jurnal Agro*. 7(2), Hal. 203-212. <https://doi.org/10.15575/8000>.
- Rahayu WP, Nurwitri CC. Mikrobiologi Pangan. IPB Press; 2019.
- Ramdan, E. P., I. M. Arti., dan R. Risnawati. (2019). Identifikasi Dan Uji Virulensi Penyakit Antraknosa Pada Pascapanen Buah Cabai. *Jurnal Pertanian Presisi*. 3(1), Hal. 67-77. <https://doi.org/10.35760/jpp.2019.v3i1.1976>.
- Sagala, Y.N.I., Prasetyawati, E.T. and Wuryandari, Y., (2024). Potency of the Consortium of *Pseudomonad fluorescent* pf-142 and *Bacillus mycoides* Isolates Against Bacterial Wilt Disease In-Vitro. *Jurnal Proteksi Tanaman (Journal of Plant Protection)*. 8(2), Hal. 78-87.



Article History  
Received : 21-05-2026  
Revised : 08-06-2026  
Accepted : 23-06-2026

AgroRadix is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Copyright © by Author



- Sandiase, I. K., Widiyanti, N. L. P. M., & Warpala, I. W. S. (2023). Variations of concentration of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from soaking bamboo roots inhibits the growth of *Fusarium oxysporum* in vitro. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 8(2), 120-130. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i2.6075>
- Santamaria, G., Liao, C., Lindberg, C., Chen, Y., Wang, Z., Rhee, K., Pinto, F.R., Yan, J. and Xavier, J.B., (2022). Evolution and regulation of microbial secondary metabolism. *Journal elife*. 11, Hal. 76-119.
- Shafi, J., Tian, H. and Ji, M. (2017). *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 31(3): 446–459.
- Sharma, P., Kumar, V., Gupta, R.K. and Singh, R. (2021). Mancozeb: a broad-spectrum fungicide and its role in plant disease management. *Journal of Plant Disease Sciences* 16(2): 145–152.
- Sila, S., dan S. Sopialena. 2016. Efektifitas Beberapa Fungisida Terhadap Perkembangan Penyakit Dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Agrifor*. 15(1), Hal. 117-130.
- Silva, D. D., P.W. Crous., P. K. Ades., K. D. Hyde., dan P. W. J. Taylor. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*. 31(3), hal. 155–168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>.
- Zhang, N., Zhu, X., Tao, X., Li, J., Tang, Q., Liu, X., Luo, L.M., Zhang, P., Zhang, L.Q., He, Y.X. and Ge, H., (2025). Interspecies signaling modulates the biosynthesis of antimicrobial secondary metabolites related to biological control activities of *Pseudomonas fluorescens* 2P24. *Journal Microbiology Spectrum*. 13(3), pp.e01886-24.



Article History

Received : 21-05-2026

Revised : 08-06-2026

Accepted : 23-06-2026

Agroradix is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Copyright © by Author

