

Uji Konsentrasi Metabolit Sekunder Bakteri *Bacillus* sp. terhadap Jamur *Colletotrichum* sp. Pada Benih Cabai Rawit Metode *Blotter Test*

Evaluation of Secondary Metabolite Concentrations of Bacillus sp. Against Colletotrichum sp. on Chili Seeds Using Blotter test Method

Nurul Afida, Arika Purnawati*), Tri Mujoko

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jawa Timur, Indonesia

*)E-mail korespondensi: arika_p@upnjatim.ac.id

Diajukan: 08 Juli 2025 **Diterima:** 27 Oktober 2025 **Dipublikasi:** 28 November 2025

ABSTRACT

Low-quality seeds can negatively affect the success of agricultural practices by reducing yield and increasing susceptibility to pathogen infection. Pathogens may infect seeds starting from the field, during transportation, and throughout storage. The utilization of *Bacillus* sp. as a biological control agent has been extensively studied due to its ability to produce secondary metabolites with antifungal properties. This study aimed to determine the effective concentration level of secondary metabolites of *Bacillus* sp. Bth-22 in suppressing *Colletotrichum* sp. infection on chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) seeds using the blotter test method. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with a single factor consisting of concentration levels (10%, 15%, 20%, 25%, and 30%), sterile distilled water, and the chemical fungicide propineb as controls. The results showed that treatment with various concentrations of secondary metabolites of *Bacillus* sp. Bth-22 significantly affected the infection level, with concentrations of 30% (G) at 36%; 25% (F) and KP (B) at 38.6%; 20% (E) at 40%; 15% (D) at 42.6%; and 10% (C) at 44%, compared with the negative control. In addition, treatments also suppressed infection levels, with 30% (G) at 43.3%; 25% (F) and KP (B) at 39.3%; 20% (E) at 37%; 15% (D) at 33.6%; and 10% (C) at 31%. Furthermore, application of *Bacillus* sp. Bth-22 secondary metabolites induced abnormalities in fungal hyphae, such as curling, twisting, and bending, indicating antifungal activity of the bioactive compounds produced by *Bacillus* sp. Bth-22.

Keywords: antifungal; *Bacillus* sp.; blotter test; *Colletotrichum* sp.; secondary metabolite

ABSTRAK

Benih yang memiliki mutu rendah dapat mempengaruhi keberhasilan suatu usaha tani seperti mengurangi hasil produksi dan rentan terserang patogen. Patogen dapat menginfeksi benih mulai dari lapangan, proses pengangkutan hingga penyimpanan. Pemanfaatan bakteri *Bacillus* sp. sebagai agensia hayati telah banyak diteliti karena memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai antifungi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui taraf konsentrasi metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 yang efektif dalam menekan infeksi jamur *Colletotrichum* sp. pada benih cabai rawit menggunakan metode *blotter test*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor berupa taraf konsentrasi (10%, 15%, 20%, 25% dan 30%) aquades steril dan fungisida kimia propineb sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 yang diujikan berpengaruh nyata terhadap tingkat infeksi, yaitu 30% (G) sebesar 36%; 25% (F) dan (B) KP sebesar 38,6%; 20% (E) sebesar 40%; 15% (D) sebesar 42,6%; dan 10% (C) sebesar 44%, dibandingkan dengan kontrol negatif. Selain itu, perlakuan juga menekan tingkat infeksi, dengan 30% (G) sebesar 43,3%; 25% (F) dan (B) KP sebesar 39,3%; 20% (E) sebesar 37%; 15% (D) sebesar 33,6%; dan 10% (C) sebesar 31%. Lebih lanjut, aplikasi metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 menimbulkan abnormalitas pada hifa jamur, seperti melengkung, memutar, dan membengkok, menunjukkan aktivitas antifungi dari senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh *Bacillus* sp. Bth-22.

sebesar 38,6%; 20% (E) sebesar 40%; 15% (D) sebesar 42,6%; serta 10% (C) sebesar 44% dibandingkan kontrol negatif. Selain itu, perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 memberikan penekanan tingkat infeksi, yaitu 30% (G) sebesar 43,3%; 25% (F) dan KP (B) sebesar 39,3%; 20% (E) sebesar 37%; 15% (D) sebesar 33,6%; serta 10% (C) sebesar 31%. Perlakuan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 juga menimbulkan abnormalitas pada hifa jamur seperti menggulung, mengeriting, dan membengkok yang mengindikasikan adanya aktivitas antifungi dari senyawa yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus* sp. Bth-22.

Kata kunci: antifungi; *Bacillus* sp.; blotter test; *Colletotrichum* sp.; metabolit sekunder

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan komoditas hortikultura yang digemari masyarakat sebagai bahan tambahan untuk memasak. Badan Pusat Statistik (2024) melaporkan bahwa adanya penurunan produksi cabai rawit di Jawa Timur, yakni dari 646.740 ton pada tahun 2022 menjadi 562.816 ton pada tahun 2023. Penggunaan benih bermutu rendah merupakan salah satu faktor yang memengaruhi turunnya produksi cabai (Sukapiring & Nurliana, 2020). Menurut Rahayu (2016) benih yang bermutu rendah dan rusak disebabkan oleh patogen terbawa benih. Keberadaan patogen pada benih menjadi sumber inokulum utama penyebaran patogen dari benih ke tanaman.

Sukapiring & Nurliana (2020) melaporkan bahwa terdapat beberapa patogen tular benih cabai, diantaranya *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Penicillium* sp. dan *Colletotrichum* sp. Rumahlewang *et al.* (2024) menyatakan bahwa *Colletotrichum* sp. termasuk salah satu patogen penting pada benih cabai yang menyebabkan kerugian hasil sebesar 50-65%. Menurut Welideniya *et al.* (2019) jamur *Colletotrichum* sp. dapat menurunkan daya kecambah, kulit benih akan ditumbuhi aservulus yang menyebabkan benih gagal tumbuh, selain itu isi benih akan keluar yang menyebabkan sel menjadi kering dan akhirnya mati.

Petani umumnya masih menggunakan pestisida kimia untuk mengendalikan patogen tular benih. Hal ini dilakukan karena dianggap efektif (Sila & Sopialena, 2016). Namun, jika digunakan terus-menerus akan

berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Pengendalian alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia, salah satunya dengan memanfaatkan metabolit sekunder agensia hayati bakteri *Bacillus* sp. Menurut Soesanto (2014) metabolit sekunder *Bacillus* sp. memiliki kemampuan lebih tinggi dalam menghambat pertumbuhan patogen.

Kemampuan metabolit sekunder *Bacillus* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen benih dipengaruhi oleh jenis senyawa yang dihasilkan. Li *et al.* (2014) melaporkan senyawa fengycin yang dihasilkan *Bacillus velezensis* SQR9 menunjukkan adanya aktivitas antagonis terhadap *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phytophthora parasitica*, dan *Verticillium dahliae* Kleb. Hasil penelitian Setyowati (2023) menunjukkan bahwa perendaman benih dengan metabolit sekunder *Bacillus* sp. konsentrasi 25% memberikan penekanan tingkat infeksi terhadap patogen terbawa benih sebesar 50%. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. terhadap jamur *Colletotrichum* sp. pada benih cabai rawit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Februari hingga April 2025 di Laboratorium Bakteri Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu media PDA (Merck), media NA (Merck), media NB (Difco), isolat bakteri *Bacillus* sp. strain Bth-22 koleksi Dr. Ir. Arika Purnawati, MP., jamur patogen *Colletotrichum* sp., benih cabai rawit lokal, kertas saring, dan fungisida berbahan aktif propineb 70%. Alat yang digunakan antara lain autoklaf HIRAYAMA, laminar air flow

SAFEFAST ELITE, mikroskop CX31, rotary shaker IKA® KS 260 basic, sentrifuge TOMY MX-307, cawan petri, tabung reaksi, dan *syringe filter* 0,2 µm.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal berupa taraf konsentrasi metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 yang terdiri dari tujuh taraf yaitu KN (A) = aquades steril.; KP (B) = fungisida berbahan aktif propineb 70%; K1 (C) = metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 konsentrasi 10%; K2 (D) = metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 konsentrasi 15%; K3 (E) = metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 konsentrasi 20%; K4 (F) = metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 konsentrasi 25%; K5 (G) = metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 konsentrasi 30%.

Pengambilan Sampel benih

Benih cabai diperoleh dari varietas lokal yang berlokasi di Malang, Jawa Timur. Pengambilan benih cabai mengikut metode Yanty *et al.* (2021) yang telah dimodifikasi dimana buah cabai yang diambil matang secara fisiologis dan tidak terserang organisme pengganggu tanaman. Benih kemudian dikering-anginkan selama 2 hari. Setelah dikering-anginkan, benih dapat di uji pada masing-masing perlakuan.

Peremajaan Bakteri *Bacillus* sp.

Menurut Purnawati & Nirwanto (2021) sampel bakteri diperoleh dari batang tanaman terung dengan kondisi sehat dan segar yang hidup di sekitar tanaman yang terinfeksi penyakit layu bakteri di daerah Jombang. Isolat *Bacillus* sp. strain Bth-22 kemudian diremajakan dengan cara dengan menginokulasikan satu ose pada media NA dalam tabung reaksi, kemudian diinkubasi selama 48 jam. Koloni hasil inkubasi kemudian diserialkan dalam pengenceran 10^{-6} , 10^{-7} dan 10^{-8} masing-masing diulang sebanyak dua kali kemudian dihitung kerapatan populasi bakteri hingga diperoleh 10^{10} CFU/mL.

Peremajaan Jamur *Colletotrichum* sp.

Jamur *Colletotrichum* sp. berasal dari isolasi buah cabai yang memiliki gejala busuk kering dan terdapat lesi pada bagian buah yang diambil di daerah Malang, Jawa Timur. Peremajaan diawali dengan melubangi isolat jamur *Colletotrichum* sp. menggunakan *cork*

borer 0,5 cm sebanyak 1 lubang. Isolat kemudian ditumbuhkan pada media PDA baru dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Produksi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder *Bacillus* sp.

Ekstraksi metabolit sekunder mengikuti metode Zahara *et al.* (2018) yang dimodifikasi yaitu bakteri *Bacillus* sp. berumur 48 jam dipanen dengan aquades steril 10 ml lalu suspensi dimasukkan ke dalam 100 ml media NB sebelumnya telah dihitung kerapatan populasi 10^{10} CFU/mL kemudian dishaker selama 48 jam pada kecepatan 150 rpm. Suspensi bakteri dipisahkan melalui sentrifugasi 5000 rpm selama 20 menit, lalu supernatannya disaring dengan *syringe filter* berpori 0,22 µm (Ningrum *et al.*, 2024). Hasil metabolit sekunder diencerkan pada 100 ml aquades steril pada setiap konsentrasi (10%, 15%, 20%, 25% dan 30%).

Perlakuan Benih dengan Metabolit Sekunder Bakteri *Bacillus* sp. Metode *Blotter test*

Perlakuan metode *blotter test* dilakukan pada media kertas saring. Tahapan perlakuan benih diawali dengan merendam benih cabai dengan larutan NaOCl 1% selama 1-2 menit lalu dibilas menggunakan aquades steril sebanyak 3 kali setelah itu dikeringkan menggunakan tisu steril (Badan Karantina Pertanian, 2007). Selanjutnya menginfeksi benih cabai menggunakan suspensi jamur *Colletotrichum* sp. kerapatan 10^6 konidia/ml selama 15 menit (Diaguna *et al.*, 2015). Setelah diinfeksi, selanjutnya mengikuti metode Hanif *et al.* (2016) yaitu perendaman benih menggunakan metabolit sekunder *Bacillus* sp. dengan konsentrasi berbeda yang sebelumnya telah diencerkan. Benih yang digunakan sebanyak 400 benih cabai rawit yang diletakkan pada kertas saring lembab di cawan petri. Dalam setiap cawan petri terdapat 25 butir benih cabai. Benih tersebut diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Pengamatan metode blotter test dilakukan pada hari ke-7 dan ke-14.

Metode Pengamatan Hifa Abnormal

Pengamatan hifa abnormal dilakukan dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 1000x. Preparat dibuat dengan

mengambil satu ose hifa jamur yang tumbuh pada benih cabai, kemudian diletakkan diatas kaca objek dengan tambahan satu tetes aquades steril untuk memperjelas struktur. Hifa diamati berdasarkan adanya perubahan morfologi, seperti pembengkokan, penggulangan dan pengeritingan dibandingkan dengan hifa jamur pada kontrol.

Parameter Pengamatan

Data tingkat infeksi diperoleh dari benih yang terinfeksi *Colletotrichum* sp. pada benih cabai. Tingkat infeksi jamur dihitung mengikuti Yulyatin *et al.* (2023) dengan rumus:

$$TI = \frac{\Sigma \text{benih terinfeksi}}{\Sigma \text{benih yang diinkubasi}} \times 100\%$$

Data penekanan tingkat infeksi dikumpulkan dengan menghitung tingkat infeksi perlakuan lalu dibandingkan dengan kontrol negatif. Penekanan tingkat infeksi jamur dihitung mengikuti rumus Waruwu *et al.* (2016):

PTI =

$$\frac{\text{Tingkat infeksi kontrol (-)} - \text{Tingkat infeksi perlakuan}}{\text{Tingkat infeksi kontrol (-)}} \times 100\%$$

x 100%

Data daya kecambah dikumpulkan pada hari ke-7 dan ke-14. Rumus daya kecambah mengikuti Yulyatin *et al.* (2023):

$$DK = \frac{\Sigma(KN I + KN II)}{\Sigma \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Σ KN I = Jumlah kecambah normal pada pengamatan pertama (7 HSS)

Σ KN II = Jumlah kecambah normal pada pengamatan terakhir (14 HSS)

Kecambah cabai rawit dikategorikan normal apabila memenuhi empat kriteria utama berdasarkan Sutopo (2010, dalam Wahyuni, *et al.*, 2021) sebagai berikut:

- Akar : akar primer atau akar sekunder tumbuh dengan baik.
- Hipokotil : hipokotil tumbuh panjang atau pendek, tetapi tumbuh dengan baik.
- Kotiledon : jumlah kotiledon sesuai.

- Epikotil : minimal terdapat satu daun, satu daun primer, dan satu tunas ujung yang sempurna.

Analisis Data

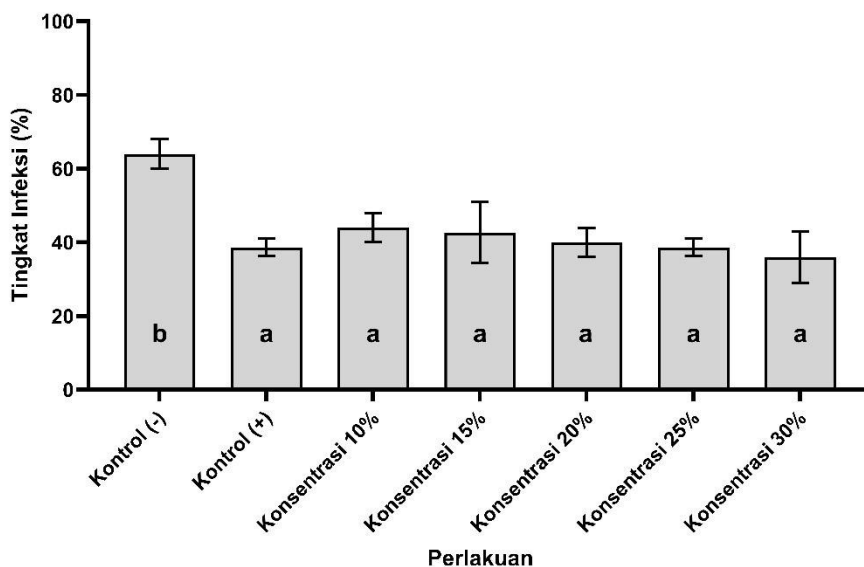
Data dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Varians*). Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka dapat diuji lanjut dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5% menggunakan IBM SPSS 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Infeksi

Hasil pengujian tingkat infeksi menggunakan metode *blotter test* menunjukkan bahwa perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 berpengaruh nyata terhadap tingkat infeksi jamur *Colletotrichum* sp. pada benih cabai rawit (Gambar 1). Perlakuan benih menggunakan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 pada semua konsentrasi yang diujikan mampu mengurangi infeksi jamur *Colletotrichum* sp. pada benih cabai rawit dengan tingkat infeksi terendah sebesar 36% pada konsentrasi 30% diikuti konsentrasi 25% sebesar 38,6%; konsentrasi 20% sebesar 40%; konsentrasi 15% sebesar 42,6% dan konsentrasi 10% memberikan tingkat infeksi tertinggi sebesar 44%. Semua perlakuan yang diujikan memberikan penghambatan yang relatif sama, meskipun secara statistik berbeda nyata dengan kontrol negatif (benih direndam dengan aquades steril) sebesar 64%. Selain itu, perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai taraf konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol positif (fungisida propineb) sebesar 38,6%.

Pada perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 menunjukkan nilai persentase tingkat infeksi yang tinggi pada metode *blotter test*. Hal ini diduga disebabkan oleh konsentrasi yang digunakan masih rendah serta diduga disebabkan oleh adanya penurunan aktivitas antifungi dari metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22.



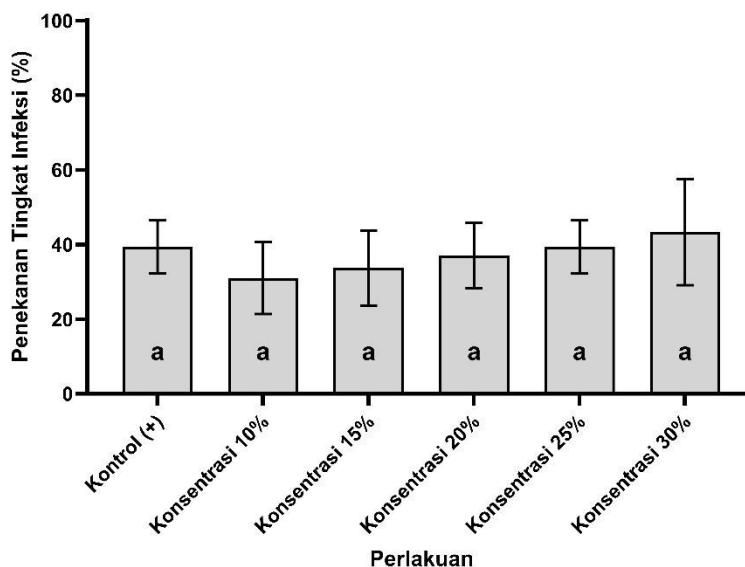
Gambar 1. Grafik Tingkat Infeksi pada Metode *Blotter Test*. Angka dengan notasi huruf berbeda dalam kolom yang sama menandakan tidak terdapat perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%. Data adalah mean \pm SE

Jangka waktu penurunan aktivitas antifungi oleh metabolit sekunder belum bisa dipastikan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor dan bervariasi. Menurut Ahmad *et al.* (2021) senyawa metabolit dapat mengalami degradasi karena faktor abiotik seperti suhu, pH, paparan sinar matahari dan adanya aktivitas mikroba. Selain itu, tingginya nilai tingkat infeksi pada kontrol negatif (benih direndam dengan aquades steril) diduga disebabkan oleh benih cabai yang digunakan berasal dari buah yang belum tentu bebas dari patogen terbawa benih (*seed-borne pathogen*), meskipun tampak sehat secara fisiologis serta diduga disebabkan oleh adanya patogen laten (*seed-borne pathogen*) yang tidak terdeteksi secara visual. Sementara itu, pada benih yang sengaja diinfeksi kemudian diberi perlakuan, pertumbuhan patogen dapat terhambat sehingga tingkat infeksinya lebih rendah dibandingkan kontrol negatif. Berdasarkan pengaruhnya terhadap viabilitas serta vigor, jamur pada benih dapat digolongkan sebagai patogenik atau potensial patogenik. Benih yang terinfeksi jamur patogenik tidak mampu berkecambah, sementara infeksi jamur potensial patogenik masih memungkinkan perkecambahan namun dengan pertumbuhan yang tidak normal (Irawati *et*

al., 2017). Fadhilah *et al.* (2014) juga menambahkan bahwa secara visual jamur patogenik dan nonpatogenik tidak dapat dibedakan tanpa dilakukan uji patogenisitas pada benih.

Penekanan Tingkat Infeksi

Penekanan tingkat infeksi diperoleh dari perbandingan nilai infeksi setiap perlakuan dengan kontrol negatif. Hasil pengujian penekanan tingkat infeksi metode *blotter test* menunjukkan bahwa perlakuan benih menggunakan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 pada berbagai konsentrasi tidak memberikan perbedaan nyata dalam menekan infeksi *Colletotrichum* sp. pada benih cabai rawit (Gambar 2). Penekanan tertinggi sebesar 43,3% pada konsentrasi 30% diikuti konsentrasi 25% sebesar 39,3%; konsentrasi 20% sebesar 37%; konsentrasi 15% sebesar 33,6% dan konsentrasi 10% memberikan tingkat infeksi tertinggi sebesar 31%. Seluruh perlakuan tersebut tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol positif (fungisida propineb) yaitu sebesar 39,3% sehingga metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 ini dapat menjadi alternatif perlakuan benih yang ramah lingkungan.



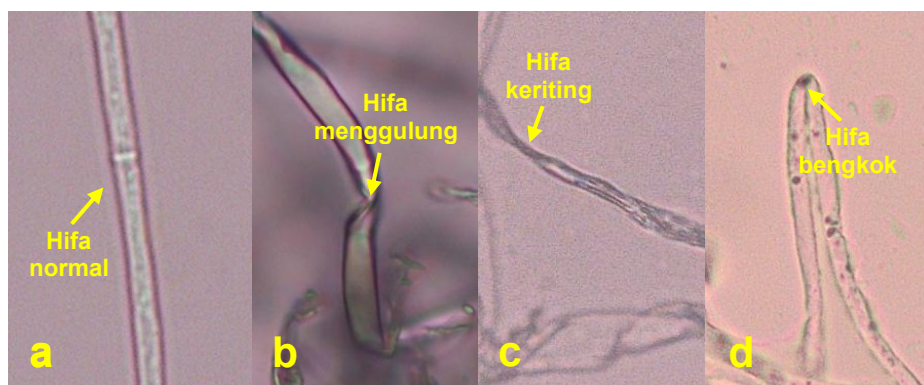
Gambar 2. Grafik Penekanan Tingkat Infeksi Metode *Blotter Test*. Angka dengan notasi huruf berbeda dalam kolom yang sama menandakan tidak terdapat perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%. Data adalah mean \pm SE

Adanya peningkatan penekanan tingkat infeksi seiring bertambahnya konsentrasi yang mengindikasikan bahwa jumlah senyawa aktif berperan penting dalam menghambat infeksi. Temuan ini didukung oleh laporan Liang *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa hambatan pertumbuhan jamur patogen meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi metabolit sekunder *Bacillus* sp. yang diaplikasikan. Hal ini juga didukung oleh Setyowati (2023) yang menunjukkan bahwa infeksi patogen terbawa benih jagung dapat ditekan sebesar 50% melalui aplikasi metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 pada metode *blotter test*.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya abnormalitas hifa *Colletotrichum* sp. pada benih yang diberi perlakuan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22, berbeda dengan hifa pada kontrol yang tumbuh normal (Gambar 3). Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis, hifa jamur *Colletotrichum* sp. yang tumbuh pada benih yang telah diberi perlakuan terlihat menggulung, mengeriting, dan membengkok. Hal ini menunjukkan bahwa metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-

22 yang diaplikasikan memberikan pengaruh langsung terhadap jamur *Colletotrichum* sp.

Bakteri *Bacillus* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik, seperti surfaktan, bacillomycin D, fengycin, bacillibactin, bacilysin, makrolaktin, bacillaene, dan difficidin. Senyawa-senyawa tersebut dapat menghambat, merusak membran sel, dan mengganggu struktur membran sehingga menyebabkan abnormalitas pada hifa (Rabbee & Baek, 2020; Yulia *et al.*, 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa bacillomycin-D yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* menyebabkan hifa *F. graminearum* berbentuk tidak beraturan, dinding sel longgar dan mengerut. Selain itu senyawa fengycin yang dihasilkan oleh *Bacillus subtilis* menyebabkan hifa *Alternaria solani* membengkak dan terbentuk gumpalan pada protoplasma (Gu *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2022). Saylendra *et al.* (2015) juga menambahkan bahwa senyawa antifungi yang diproduksi bakteri pada umumnya dapat menimbulkan pertumbuhan hifa jamur patogen menjadi abnormal, seperti pemendekan atau pembengkakan, sehingga hifa tidak mampu berkembang optimal.



Gambar 3. Abnormalitas hifa akibat perlakuan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22.
(a) Hifa normal, (b) Hifa menggulung, (c) Hifa mengeriting, (d) Hifa membengkak

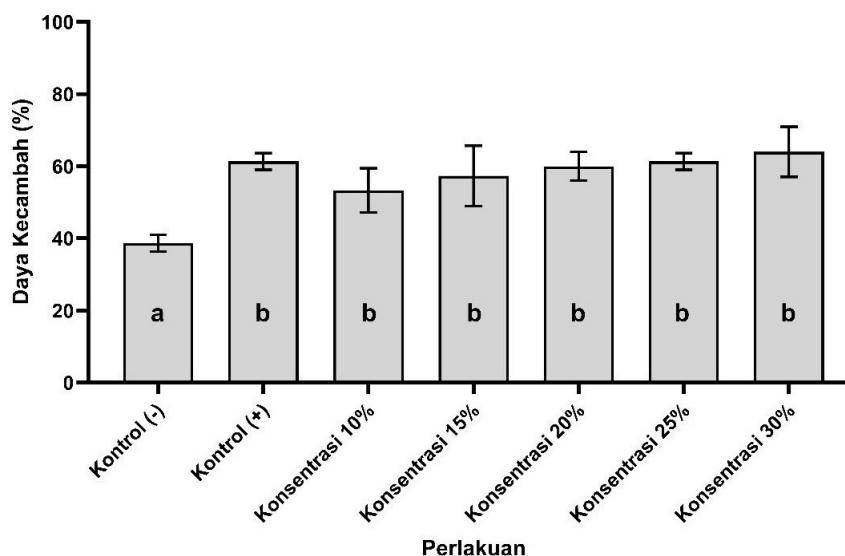
Daya Kecambah

Hasil analisis varians terhadap daya kecambah cabai rawit dengan metode *blotter test* menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 berpengaruh nyata (Gambar 4). Persentase daya kecambah benih cabai rawit tertinggi sebesar 64% pada konsentrasi 30% diikuti konsentrasi 25% sebesar 61,3%; konsentrasi 20% sebesar 60%; konsentrasi 15% sebesar 57,3% dan konsentrasi 10% memberikan persentase daya kecambah terendah sebesar 53,3%. Meskipun hasil antar perlakuan metabolit relatif sama, setiap perlakuan tetap memberikan perbedaan nyata bila dibandingkan dengan kontrol negatif (benih direndam dengan aquades steril) sebesar 38,6%. Selain itu, tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 pada benih cabai rawit dengan kontrol positif (fungisida propineb) sebesar 61,3%.

Rendahnya daya kecambah pada kontrol negatif (benih direndam dengan aquades steril) diduga karena benih cabai yang digunakan berasal dari buah yang belum tentu bebas dari patogen terbawa benih (*seed-borne pathogen*) meskipun nampak sehat secara fisiologis. Diagona *et al.* (2015) membuktikan bahwa benih cabai yang hanya direndam aquades steril menunjukkan penurunan daya kecambah

dibandingkan benih yang diberi perlakuan perlindungan terhadap patogen. Sebaliknya, perlakuan benih dengan metabolit sekunder *Bacillus* sp. Bth-22 menunjukkan peningkatan daya kecambah. Hal ini diduga karena metabolit sekunder yang dihasilkan mampu berperan sebagai stimulator metabolisme benih sekaligus menghambat pertumbuhan patogen, sehingga benih dapat berkecambah lebih normal. Menurut Fachrezzy (2022) aplikasi *Bacillus* sp. Bth-22 mampu meningkatkan persentase daya kecambah. Didukung juga oleh Setyowati (2023) yang menyatakan bahwa *Bacillus* sp. Bth-22 mampu meningkatkan persentase daya kecambah benih jagung sebesar 86,7%.

Peningkatan daya kecambah tersebut diduga berkaitan dengan kemampuan *Bacillus* sp. dalam menghasilkan senyawa bioaktif, termasuk fitohormon. Menurut Sugiyanta & Octafiani (2019) bahwa umumnya bakteri dari genus *Bacillus* mampu menghasilkan fitohormon IAA yang berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Hal serupa dijelaskan oleh Hartono *et al.* (2024) bahwa *Bacillus* sp. juga menghasilkan hormon auksin atau lebih dikenal dengan PGPR. Selain itu, Herlina *et al.* (2016) menyatakan bahwa bakteri PGPR mampu mensintesis hormon pertumbuhan seperti IAA, giberelin, dan sitokinin yang berperan penting dalam mempercepat pertumbuhan tanaman.



Gambar 4. Grafik Daya Kecambah Metode *Blotter Test*. Angka dengan notasi huruf berbeda dalam kolom yang sama menandakan tidak terdapat perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%. Data adalah mean \pm SE

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada metode *blotter test* dapat disimpulkan bahwa perlakuan benih cabai rawit dengan berbagai konsentrasi metabolit sekunder bakteri *Bacillus* sp. Bth-22 yang diujikan berpengaruh nyata dalam menekan tingkat infeksi. Konsentrasi 30% merupakan perlakuan terbaik karena mampu menekan tingkat infeksi hingga 43,3%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kepala Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium bakteri untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Zhu, D., and Sun, J. 2021. Environmental fate of tetracycline antibiotics: degradation pathway mechanisms, challenges, and perspectives. *Environmental Sciences Europe*. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00505-y>.
- Badan Karantina Pertanian. 2007. *Pedoman Diagnosis Organisme Pengganggu*

Tumbuhan Karantina Golongan Cendawan. Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.

- Badan Pusat Statistik. 2024. Produksi Tanaman Sayuran 2022-2023. <<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/production-of-vegetables.html>> Diakses pada 15 Oktober 2024.

- Diaguna, R., Inonu, I., dan Kusmiadi, R. 2015. Aplikasi ekstrak daun merapin (*Rhodamnia cinerea*) untuk menghambat *Colletotrichum capsici* pada benih cabai. *Jurnal Pertanian Dan Lingkungan*, 8(1): 1–9. Available at: <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/enviagro/article/view/313/287>.

- Fachrezzy, Z. W. 2022. *Potensi Bakteri Endofit Tanaman Terung sebagai Antifungi Terhadap Perkembangan Jamur Patogen Terbawa Benih Jagung (Zea mays L.)*. UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.

- Fadhilah, S., Wiyono, S., dan Surahman, M. 2014. Pengembangan teknik deteksi *Fusarium* patogen pada umbi benih bawang merah (*Allium ascalonicum*) di laboratorium. *Jurnal Hortikultura*, 24(2): 171. <https://doi.org/10.21082/jhort.v24n2>

- .2014.p171-178.
- Gu, Q., Yang, Y., Yuan, Q., Shi, G., Wu, L., Lou, Z., Huo, R., Wu, H., Borriss, R., and Gao, X. 2017. Bacillomycin D produced by *Bacillus amyloliquefaciens* is involved in the antagonistic interaction with the plant pathogenic fungus *Fusarium graminearum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(19): 1075–1092. doi: 10.1128/AEM.01075-17. PMID: 28733288; PMCID: PMC5601353.
- Hanif, A., Soekarno, B.P.W., dan Munif, A. 2016. Seleksi bakteri endofit penghasil senyawa metabolit untuk pengendalian cendawan patogen terbawa benih jagung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(5): 149-158. <https://doi.org/10.14692/jfi.12.5.149>.
- Hartono, H.P., Rokhim, S., dan Faizah, H. 2024. Pengaruh pemberian PGPR *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. asal akar bambu apus terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 9(3): 294–303. <https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i3.1154>.
- Herlina, L., Pukan, K.K., dan Mustikaningtyas, D. 2016. Kajian bakteri endofit penghasil IAA (Indole Acetic Acid) untuk pertumbuhan tanaman. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 14(1): 51–58. <https://doi.org/10.15294/saintekno.v14i1.7616>.
- Irawati, A.F.C., Mutaqin, K.H., Suhartono, M.T., Sastro, Y., Sulastri, dan Widodo. 2017. Eksplorasi dan pengaruh cendawan endofit yang berasal dari akar tanaman cabai terhadap pertumbuhan benih cabai merah. *Jurnal Hortikultura*, 27(1): 105. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017.p105-112>.
- Li, B., Li, Q., Xu, Z., Zhang, N., Shen, Q., and Zhang, R. 2014. Responses of beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to different soilborne fungal pathogens through the alteration of antifungal compounds production. *Frontiers in Microbiology*, 5: 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00636>.
- Liang, Y., Wu, W., Li, R., Lu, Y., Wang, G., Tan, S., Chen, H., Xi, J., Huang, X., He, C., and Yi, K. 2023. Evaluation of *Bacillus subtilis* Cz1 metabolites by LC–MS/MS and their antifungal potential against *Pyrrhoderma noxium* causing brow rot disease. *Agriculture*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/agriculture13071396>.
- Ningrum, A.M., Ramadhan, T.H., dan Rianto, F. 2024. Uji aktivitas antibakteri supernatan isolat bakteri rnc 36 dengan suhu yang berbeda terhadap *Xanthomonas oryzae*. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(3): 872. <https://doi.org/10.26418/jspe.v13i3.78892>.
- Purnawati, A., and Nirwanto, H. 2021. Biodiversity of endophytic bacteria from egg plant in lowland. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 9–11. <https://doi.org/10.11594/nstp.2021.0934>.
- Rabbee, M.F., and Baek, K. H. 2020. Antimicrobial activities of lipopeptides and polyketides of *Bacillus velezensis* for agricultural applications. *Molecules*, 25(21). <https://doi.org/10.3390/molecules25214973>.
- Rahayu, M. 2016. Patologi dan teknis pengujian kesehatan benih tanaman aneka kacang. *Buletin Palawija*, 14(2): 78-88. <https://doi.org/10.21082/bulpa.v14n2.2016.p78-88>.
- Rumahlewang, W., Abraham, T., dan Costanza, U. 2024. Insidensi penyakit antraknosa yang disebabkan *Colletotrichum* sp. pada buah cabai rawit: *Capsicum frutescens* dan cabai besar: *Capsicum annum*. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 3(5).

- <https://doi.org/10.59188/jcs.v3i5.704>.
- Saylendra, A., Rusbana, T.B., dan Herdiani, L. 2015. Uji antagonis *Pseudomonas* sp. asal endofit perakaran padi terhadap penyakit blas (*Pyricularia oryzae*) secara *in vitro*. *Agrologia*, 4(2): 83–87. <https://doi.org/10.30598/a.v4i2.203>.
- Setyowati, L. 2023. *Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Bacillus sp. sebagai Antifungi terhadap Jamur Patogen Terbawa Benih Jagung*. UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya.
- Sila, S., dan Sopialena. 2016. Efektivitas beberapa fungisida terhadap perkembangan penyakit dan produksi tanaman cabai (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Agrifor*, 15(1): 117–130. <https://doi.org/10.31293/af.v15i1.1789>.
- Soesanto, L. 2014. *Terobosan Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Perkebunan*. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Sugiyanta dan Octafiani, S. 2019. Pupuk hayati *Bacillus* sp. meningkatkan produktivitas tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). *Buletin Agrohorti*, 7(1): 76–83. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i1.24421>.
- Sukapiring, D.N., dan Nurliana. 2020. Seleksi cendawan endofit untuk menghambat infeksi cendawan patogen terbawa benih cabai (*Capsicum annuum* L.) secara *in vitro*. *Konservasi Hayati*, 16(2): 59–64. <https://doi.org/10.33369/hayati.v16i2.12362>.
- Wahyuni, A., Simarmata, M., Isrianto, P.L., Junairiah, Koryati, T., Zakia, A., Andini, S.N., Sulistyowati, D., Purwaningsih, Purwanti, S., Indarwati, Kurniasari, L., dan Herawati, J. 2021. *Teknologi Dan Produksi Benih*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Waruwu, A., Soekarno, B., dan Munif, A. 2016. Metabolit cendawan endofit tanaman padi sebagai alternatif pengendalian cendawan patogen terbawa benih padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(2): 53–61. <https://doi.org/10.14692/jfi.12.2.53>.
- Welideniya, W. A., Rienzie, K.D.R.C., Wickramaarachchi, W.A.R.T., and Aruggoda, A.G.B. 2019. Characterization of fungal pathogens causing anthracnose in capsicum pepper (*Capsicum annuum* L.) and their seed borne nature. *Ceylon Journal of Science*, 48(3): 261. <https://doi.org/10.4038/cjs.v48i3.7650>.
- Yanty, D.P., Trizelia, Darnetty, dan Trisno, J. 2021. Pengaruh beberapa jenis isolat jamur endofit *Beauveria bassiana* terhadap perkecambahan benih cabai yang terserang *Colletotrichum* spp. *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Dan Humaniora*, 1(1): 450–457.
- Yulia, E., Muhadam, H.S., Widiyanti, F., dan Kurniawan, W. 2019. Perlakuan benih dengan ekstrak *Anredera cordifolia* untuk menekan kejadian penyakit hawar bibit pada benih cabai terinfeksi *Colletotrichum acutatum*. *Jurnal Agrikultura*, 30(2): 75–82. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i2.24022>.
- Yulyatin, A., Qadir, A., Ilyas, S., dan Udiarto, B.K. 2023. Pengaruh tingkat infeksi antraknosa (*Colletotrichum capsici*) terhadap viabilitas dan vigor benih tiga varietas cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal AGRO*, 10(2): 217–230. <https://doi.org/10.15575/28159>.
- Zahara, N., Soekarno, B.P.W., dan Munif, A. 2018. Metabolit bakteri endofit asal tanaman kacang tanah sebagai penghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(1): 15–22. <https://doi.org/10.14692/jfi.14.1.15>.

Zhang, D., Qiang, R., Zhou, Z., Pan, Y., Yu, S., Yuan, W., Cheng, J., Wang, J., Zhao, D., Zhu, J., and Yang, Z. 2022. Biocontrol and action mechanism of *Bacillus subtilis* lipopeptides' fengycins against *Alternaria solani* in potato as assessed by a transcriptome analysis. *Frontiers in Microbiology*, 13(May). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.861113>.