

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman cabai (*Capsium* sp.) merupakan salah satu tanaman pertanian yang paling banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia, dikarenakan cabai memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, produksi cabai nasional cenderung fluktuatif, dan di sejumlah wilayah menunjukkan kecenderungan menurun dalam beberapa tahun terakhir (Adhiana, 2021). Peningkatan permintaan terhadap buah cabai dari tahun ke tahun berkaitan dengan tingginya tingkat pemanfaatannya oleh masyarakat. Selain dikonsumsi secara langsung dalam kondisi segar, cabai juga dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam berbagai sektor industri (Adhiana, 2021). Penyebab rendahnya produktivitas tanaman cabai salah satunya didorong oleh gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama layu bakteri. Data resmi hortikultura 2019-2023 menunjukkan dinamika produksi dan hasil per satuan luas yang tidak stabil, menandakan adanya faktor biotik/abiotik di lapangan (Sholeh *et al.*, 2017). Selain itu, hal ini disebabkan oleh adanya beberapa kendala yang seringkali terjadi dalam proses budidaya tanaman, seperti ketidaksesuaian teknik budidaya yang diterapkan, kondisi cuaca yang ekstrim dan adanya serangan patogen. Salah satu gangguan penyakit yang berpotensi menurunkan Kesehatan tanaman cabai adalah layu bakteri akibat infeksi *Ralstonia solanacearum* (Balitsa, 2021).

Ralstonia solanacearum adalah bakteri penyebab penyakit layu yang menyebar melalui tanah. Bakteri ini bisa hidup di tanah tanpa perlu ada tanaman (Yuliar *et al.*, 2015). Bakteri *Ralstonia solanacearum* bisa menyerang berbagai jenis tanaman seperti tanaman hortikultura, tanaman hias, dan gulma. Tanda awal penyakit layu adalah daun muda atau pucuk yang mulai layu, kemudian perlahan menyebar ke seluruh bagian tanaman. Gejala ini bisa terjadi secara tiba-tiba pada tanaman muda maupun yang sudah dewasa. Jaringan pengangkut air di bagian bawah batang rusak, dan akar berubah warna menjadi coklat. Penyakit ini dianggap sangat agresif, menyerang banyak jenis tanaman (> 200 spesies), dan dapat menyebabkan kerugian besar pada produksi cabai di berbagai negara tropis (Arwiyanto, 2018).

Penyakit ini menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar karena dapat menurunkan produksi hingga 80% (Balitsa, 2021). Upaya pengendalian penyakit layu bakteri saat ini masih ditekankan pada penggunaan bakterisida yang bersifat kimia yang pada dasarnya pengendalian dengan cara ini justru akan berhasil jika dilakukan dengan tingkat konsentrasi yang tinggi. Pengendalian layu bakteri pada tanaman cabai masih banyak dilakukan menggunakan bakterisida kimia yang umumnya membutuhkan konsentrasi tinggi untuk memperoleh efektivitas. Meskipun praktis dan mampu memberikan hasil dengan cepat, penggunaan bahan kimia secara terus menerus berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem. Oleh sebab itu, pengendalian secara preventif dengan mencegah infeksi patogen sebelum menginfeksi tanaman dapat menjadi salah satu alternatif dalam menekan perkembangan penyakit layu bakteri (Aulia *et al.*, 2016).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencegah adanya serangan layu bakteri yaitu dengan memanfaatkan agens hayati bermanfaat dan bersifat antagonis bagi patogen sasaran. Agensia hayati yang digunakan yaitu dapat berupa isolat tunggal maupun konsorsium. Pemanfaatan konsorsium bakteri antagonis diduga dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan isolat tunggal, karena dua atau lebih mikroba antagonis dapat saling melengkapi untuk dapat bertahan hidup dan memanfaatkan sumber nutrisi yang tersedia pada media pembawa (Aprilia, 2022).

Berbagai studi menunjukkan bahwa *Paenibacillus* memiliki potensi besar sebagai agen pengendali hayati penyakit tanaman akibat bakteri (Fan, 2022). Keunggulan utamanya berasal dari kemampuannya menghasilkan senyawa antimikroba seperti polymyxin, fusaricidin, dan paenilamicin yang efektif menekan patogen seperti *Xanthomonas oryzae*, *Ralstonia solanacearum*, dan *Erwinia amylovora* (He *et al.*, 2023). Selain itu, *Paenibacillus* dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman (ISR) melalui produksi hormon pertumbuhan (IAA, siderofor, ACC deaminase) yang memperkuat pertahanan tanaman (Raza *et al.*, 2020). Serta kemampuannya membentuk biofilm di rhizosfer juga membantu menghalangi kolonisasi patogen dan meningkatkan daya saing terhadap mikroba lain (Fan *et al.*, 2022).

Penggunaan *Bacillus* spp. diketahui sebagai bakteri-bakteri yang mampu menghasilkan senyawa antibiosis yang beragam. Penelitian Saputra *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa senyawa antibiosis sangat dipengaruhi oleh komposisi medium, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Terduga mekanisme yang berperan dalam menekan penyakit layu bakteri oleh *Bacillus* spp. dalam bentuk enzim kompetisi baik ruang maupun nutrisi, mengeluarkan enzim pendegradasi atau dapat pula melalui mekanisme ketahanan terimbas. Adapun Arwiyanto *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa penggunaan *Bacillus* spp. mampu menekan penyakit lincat yang disebabkan oleh infeksi ganda *R. solanacearum*. Selain itu, beberapa pengujian *Bacillus* secara fisiologi dan biokimia maupun molekuler memiliki kerapatan yang erat, mampu menghasilkan enzim-enzim hidrolitik (Istiqomah, 2018). Selain itu, mampu menghasilkan biosurfaktan yang bersifat antimikrobia dan berpotensi besar untuk aplikasi di bidang bioteknologi dan biofarmasi.

Konsorsium bakteri antagonis seperti *Bacillus* Bth 22 sp. dan *Paenibacillus* dilaporkan memiliki potensi sebagai agens hayati karena mampu menghasilkan senyawa antibakteri, mendorong pertumbuhan tanaman, dan menginduksi ketahanan sistemik (Soni *et al.*, 2021). Namun, efektivitas kombinasi kedua bakteri ini dalam mengendalikan layu bakteri pada cabai belum banyak diteliti. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan konsorsium bakteri tersebut sebagai agens hayati yang efektif dan berkelanjutan.

Selain mengendalikan penyakit, bakteri dalam konsorsium sering kali memiliki kemampuan sebagai rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR). Kedua bakteri dapat meningkatkan penyerapan hara, menghasilkan fitohormon seperti auksin (IAA), sitokinin, dan giberelin, serta menurunkan tingkat etilen yang stres melalui produksi ACC deaminase (Olenska *et al.*, 2020). Konsorsium bakteri mampu beradaptasi dengan variasi lingkungan, termasuk tanah yang berbeda, kondisi cuaca, atau tantangan abiotik seperti salinitas dan kekeringan. Hal ini memberikan keunggulan praktis terutama dalam aplikasi lapangan di berbagai iklim dan sistem pertanian (Chamkhi *et al.*, 2022).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Apakah konsorsium *Bacillus* sp. Bth22 dan *Paenibacillus* sp. memiliki kemampuan daya hambat lebih besar terhadap pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* pada uji laboratorium?
2. Apakah aplikasi konsorsium kedua bakteri tersebut lebih mampu menekan intensitas penyakit layu bakteri pada tanaman cabai secara signifikan?
3. Apakah terdapat pengaruh positif dari pemberian konsorsium bakteri terhadap parameter pertumbuhan tanaman cabai yang terinfeksi patogen?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengevaluasi efektivitas konsorsium bakteri *Bacillus* sp. Bth22 dan *Paenibacillus* sp. dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro*.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi konsorsium terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit layu bakteri pada tanaman cabai di *greenhouse*.
3. Mengevaluasi pengaruh aplikasi konsorsium bakteri terhadap pertumbuhan tanaman cabai berdasarkan parameter tinggi tanaman.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengembangan konsorsium bakteri, efektivitasnya dalam menghambat patogen terhadap penyakit layu bakteri serta perlakuan terbaik dalam pengaplikasian konsorsium yang berdampak pada pertumbuhan tanaman cabai.