

I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Cabai rawit salah satu komoditas hortikultura unggulan yang ada di Indonesia. Cabai rawit sudah lama dibudidayakan di Indonesia, cabai rawit sendiri memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Pemanfaatan cabai rawit tidak hanya digunakan sebagai bahan masakan, tetapi dapat digunakan sebagai bahan baku industri makanan, dan obat-obatan (Lede *et al.*, 2018). Pemanfaatan yang sangat luas ini menyebabkan permintaan akan produksi cabai rawit yang tinggi.

Indonesia mampu memproduksi cabai rawit sebesar 1.546.119 ton di tahun 2022. Provinsi Jawa Timur mampu memproduksi cabai rawit sebesar 612.409 ton yang menjadikan Provinsi Jawa Timur sebagai produsen cabai rawit tertinggi (Badan Pusat Statistik, 2023). Provinsi Jawa Timur telah berkontribusi sebesar 39% dari jumlah keseluruhan hasil produksi cabai rawit di Indonesia. Berdasarkan data statistik Badan Pusat Statistik Jawa Timur (2023), produksi cabai rawit di Jawa Timur mengalami penurunan pada tahun 2021 yaitu sebesar 15.9% dengan total produksi 578.883 ton

Salah satu penyebab penurunan produksi cabai rawit disebabkan oleh organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan OPT pada tanaman cabai mampu menurunkan produktivitas tanaman hingga terjadi gagal panen bagi para petani cabai rawit. Hasyim *et al.*, (2015) menyatakan bahwa, kerusakan yang disebabkan serangan OPT mampu mengurangi hasil panen antara 25-100% dari keseluruhan panen. Kerusakan akibat serangan OPT terdapat pada seluruh bagian tanaman dari perakaran hingga buah cabai rawit. Kerusakan itu meliputi layu, kematian sel tanaman, pertumbuhan abnormal hingga perubahan bentuk bagian tanaman tertentu. Salah satu penyakit penting yang menyebabkan penurunan produksi tanaman cabai rawit yaitu penyakit layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*. Intensitas serangan *R. solanacearum* membuat kematian tanaman cabai rawit mampu mencapai 90% (Raihanah *et al.*,2023).

Ralstonia solanacearum merupakan bakteri patogen penyebab layu bakteri dengan inang yang luas, salah satunya adalah cabai rawit. *R. solanacearum* mampu

menginfeksi inang melalui pelukaan alami atau bekas infeksi hama seperti nematoda (Kurabachew, 2017). Selama infeksi pada tanaman berlangsung, *R. solanacearum* akan menghasilkan cairan eksopolisakarida pada pembuluh xylem yang mampu menghambat aktivitas pengangkutan air dan nutrisi tanaman (Diyasti dan Lizarmi, 2021).

Pengendalian yang umum dilakukan untuk mengendalikan penyakit layu bakteri secara konvensional yaitu dengan menggunakan bakterisida kimia sintetik. Arif (2015), menjelaskan bahwa penggunaan kimiawi menyebabkan kerusakan pada lingkungan baik jangka panjang maupun jangka pendek, sehingga diperlukan pengendalian alternatif yang ramah lingkungan. Pengendalian ramah lingkungan dapat dilakukan dengan pemanfaatan agensia hayati berupa bakteri antagonis. Bakteri antagonis merupakan salah satu agensia pengendali hayati yang mampu menghasilkan suatu senyawa untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit pada tanaman (Haryani dan Tombe, 2017).

Salah satu bakteri antagonis yang memiliki potensi untuk mengendalikan bakteri *Ralstonia solanacearum* yaitu *Bacillus* sp. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Zinidin (2022) secara *in vitro*, *Bacillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* karena adanya suatu senyawa antibiosis sebagai antibakteri. *Bacillus* sp. isolat Bcz 30 dan Bcz 20 berdasarkan penelitian Zinidin (2022) memiliki zona hambat masing-masing sebesar 34,67 mm dan 34,17 mm dalam menghambat pertumbuhan *R. solanacearum*. Pada aplikasi di lapangan diperlukan suatu formulasi untuk mempertahankan viabilitas dan daya hambat *Bacillus* sp.

Formulasi aplikasi *Bacillus* sp. di lapangan dapat menggunakan formulasi padat dan cair. Formulasi padat dapat berbentuk granul atau pelet dan formulasi cair dalam bentuk suspensi. Pembuatan formula bertujuan penggunaan agensia hayati untuk mengendalikan patogen dan tanaman lebih praktis dan biomasnya dapat terkontrol. Bashan *et al.*, (2014) juga menambahkan bahwa pembuatan formulasi yang tepat bertujuan untuk mempertahankan populasi mikroba dan menjaga aktivitas biokontrol agensia hayati terhadap pengendalian patogen tanaman. Tamreihao *et al.*, (2016), memaparkan bahwa setiap bahan formulasi memiliki kemampuan menjaga aktivitas dan populasi agensia hayati yang berbeda-beda

sehingga pembuatan formulasi perlu diketahui kemampuan bahan dalam menjaga populasi dan aktivitas agensia.

Formulasi yang digunakan untuk aplikasi *Bacillus* sp. salah satunya adalah enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan penjeratan bahan inti dalam bahan pengkapsul tertentu, dimana partikel inti seperti obat, protein, dan sel hidup dikemas dalam sebuah dinding yang membentuk kapsul (Ezhilarasi *et al.*, 2013). Enkapsulasi mampu melindungi dari kerusakan dan mengontrol pelepasan bahan aktif yang terselaput di dalamnya (Palupi *et al.*, 2014). Metode yang paling umum dalam penyalutan bakteri sebagai bahan aktif adalah metode ekstrusi (Solanki *et al.*, 2013). Metode ekstrusi merupakan metode enkapsulasi yang mudah dan murah dalam pengoperasiannya. Metode ini yang memiliki keunggulan dalam enkapsulasi sel hidup yaitu memberikan viabilitas tinggi pada bakteri dan tidak merusak sel hidup ketika pembentukan *beads* (Suryani *et al.*, 2019).

Sodium alginat adalah bahan paling umum digunakan dalam bioenkapsulasi. Sodium alginat merupakan biopolymer alami terdiri dari polisakarida yang berasal dari alga coklat. Sodium alginat memiliki karakteristik ramah terhadap lingkungan dan bersifat biodegradasi. (Frent *et al.*, 2022). Enkapsulasi agensia hayati berbahan penyalut sodium alginat telah diaplikasikan sebelumnya untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman. Pada penelitian Sujarit *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa enkapsulasi bakteri *Streptomyces palmae* dengan bahan penyalut sodium alginat mampu menekan penyakit *Ganoderma boninense* pada tanaman kelapa sawit hingga 81,6%. Penggunaan sodium alginat memiliki kelemahan pada pori partikel yang banyak yang mempengaruhi perlindungan bahan aktif dan pelepasan bahan aktif (Chávarri *et al.*, 2012). Kricik (2011) melaporkan bahwa sodium alginat memiliki struktur berupa pori-pori yang besar sehingga mempengaruhi pelepasan *Bacillus* sp. sebagai bahan aktif. Sehingga diperlukan bahan penyalut tambahan untuk mengurangi kekurangan sodium alginat tersebut.

Berbagai bahan biopolimer yang mampu menjadi bahan penyalut tambahan, salah satunya gelatin. Gelatin adalah protein alami yang berasal dari kolagen (Phadke *et al.*, 2014). Penggunaan gelatin sebagai biopolymer tambahan pada bahan penyalut yang mampu mengurangi pori pada *beads* (Tomić *et al.*, 2023). Abasalizadeh *et al.*, (2020) memaparkan bahwa penambahan gelatin sebagai bahan

tambahan mampu meningkatkan efisiensi enkapsulasi pada *beads*. Penelitian terdahulu telah dilakukan enkapsulasi pada *Bacillus velezensis* menggunakan komposisi 2% sodium alginat dan 1.5% gelatin memiliki efisiensi enkapsulasi sebesar 93%. Pada komposisi tersebut, *beads B. velezensis* mampu menekan intensitas penyakit rebah kecambah (*Rhizoctonia solanii*) pada kedelai hingga 3.67% (Moradi-Pour *et al.*, 2021). Moradi-Pour *et al.*, (2022) juga menguji *Bacillus velezensis* pada penyakit *Pistachio gummosis* dengan bioenkapsulasi sodium alginat-gelatin mampu menekan intensitas penyakit hingga 6.34%.

Penggunaan sodium alginat dan gelatin memiliki potensi sebagai bahan penyalut majemuk untuk enkapsulasi bakteri antagonis. Penelitian yang dilakukan oleh Pour *et al.*, (2019) pada enkapsulasi *Pseudomonas fluorescens* konsentrasi bahan penyalut yang memiliki efisiensi enkapsulasi tertinggi pertama adalah 2% sodium alginat dan 1.5% gelatin dengan efisiensi enkapsulasi sebesar 87,23% dan konsentrasi dengan efisiensi tertinggi ke 2 adalah 2% sodium alginat dan 2% gelatin dengan efisiensi enkapsulasi sebesar 86.93%. Selain itu, Tu *et al.*, (2015), mengungkapkan bahwa penggunaan konsentrasi 2% sodium alginat dan 1.5% gelatin pada enkapsulasi *Bacillus subtilis* memiliki efisiensi tertinggi dengan efisiensi enkapsulasi sebesar 93.44% dan terbesar kedua dengan konsentrasi 2% sodium alginat dan 2% gelatin dengan efisiensi enkapsulasi sebesar 93.03%.

Aplikasi bioenkapsulasi pada tanaman telah dilakukan di beberapa penelitian terdahulu dengan dosis yang berbeda. Aplikasi enkapsulasi *Pseudomonas fluorescens* dengan dosis 1gr *beads*/tanaman mampu mengendalikan *Fusarium solani* pada tanaman kentang dengan menekan intensitas hingga 24% (Pour *et al.*, 2019). Dosis yang lebih tinggi juga telah dilakukan oleh Saberi-Riseh dan Moradi-Pour (2021), pada pengendalian *Gaeumannomyces graminis* pada tanaman gandum dengan pemberian *beads Streptomyces fulvissimus* Uts22 dengan dosis 2 gram *beads*/tanaman Aplikasi dilakukan 7 hari sebelum tanam sebagai bentuk pengendalian secara preventif dan mampu menurunkan laju perkembangan penyakit. (Istifadah dan Maharani, 2023).

Formulasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. milik Dr. Ir. Yenny Wuryandari sebelumnya hanya mampu menjerap bakteri sebesar 1.35% dan mampu menekan intensitas penyakit layu bakteri pada cabai rawit sebesar 55,5% dengan dosis 1

gram/tanaman (Saputra, 2024). Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini akan dilakukan penggunaan perbedaan kombinasi sodium alginat dan gelatin sebagai bahan penyalut dan bahan aktif serta dosis aplikasi yang digunakan untuk pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman cabai rawit.

1.2.Rumusan Masalah

1. Komposisi bioenkapsulasi manakah yang memiliki efisiensi enkapsulasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. terbaik?
2. Komposisi bioenkapsulasi manakah yang memiliki viabilitas *Bacillus* sp. tertinggi?
3. Apa pengaruh perbedaan komposisi bioenkapsulasi dan dosis aplikasi *beads Bacillus* sp. terhadap perkembangan penyakit layu bakteri dan pertumbuhan tanaman pada cabai rawit?

1.3.Tujuan Penelitian

1. Mengetahui komposisi bioenkapsulasi yang memiliki efisiensi enkapsulasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. terbaik.
2. Mengetahui komposisi bioenkapsulasi manakah yang memiliki viabilitas *Bacillus* sp. tertinggi.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan komposisi bioenkapsulasi dan dosis aplikasi *beads Bacillus* sp. terhadap perkembangan penyakit layu bakteri dan pertumbuhan tanaman pada cabai rawit.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan komposisi bahan penyalut dan perbedaan isolat *Bacillus* sp. terhadap efisiensi enkapsulasi dan viabilitas *Bacillus* sp. serta memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan komposisi bahan penyalut dan dosis yang diaplikasikan terhadap penyakit layu bakteri.