

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu tanaman penting di dunia dan di Indonesia yang telah dibudidayakan secara meluas. Cabai rawit telah dimanfaatkan dalam berbagai hal seperti sebagai bumbu masak, bahan campuran untuk olahan makanan dan minuman, serta untuk pembuatan obat-obatan. Produktivitas cabai rawit nasional berdasarkan BPS (2022) pada tahun 2019 sebesar 1.374.217 ton, mengalami peningkatan pada tahun 2020 menjadi sebesar 1.508.404 ton, tetapi mengalami penurunan pada tahun 2021 menjadi sebesar 1.386.447 ton. Produksi cabai pada tahun 2021 turun sebesar 8,09 %, menurut (Sholeh *et al.*, 2017) penurunan produksi cabai dapat terjadi akibat serangan hama dan penyakit serta kurang tersedianya benih yang berkualitas. Salah satu penyakit penting pada tanaman cabai ialah penyakit layu bakteri yang disebabkan bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Penyakit layu bakteri pada tanaman cabai rawit yang disebabkan *Ralstonia solanacearum* menyebabkan kerugian sangat besar hingga mencapai 100% pada tanaman budidaya (Addy *et al.*, 2016) dan menyebabkan kerugian sebesar 14 juta rupiah setiap tahun (Supriadi, 2011). Selain cabai rawit, *R. solanacearum* memiliki inang seperti tomat, terung, seledri, tembakau, jahe, kentang dan kacang (Aulia *et al.*, 2016). Menurut Doolotkelvieva & Bobusheva (2016) *R. solanacearum* memiliki kisaran inang yang cukup luas dimana dapat menyerang lebih dari 450 spesies tanaman dari 54 famili tanaman Solanaceae. Bakteri *R. solanacearum* dapat bertahan hidup meskipun tidak terdapat inang utama. Menurut Olson dalam Hidayah & Djajadi (2009) Inokulum *R. solanacearum* dapat bertahan pada inang alternatif berupa gulma dan tanah, hal ini sependapat dengan Persley dalam Wuryandari *et al.*, (2008) bahwa *R. solanacearum* dapat bertahan hidup tanpa menunjukkan gejala infeksi pada akar gulma sebagai inang alternatif, atau pada tanaman yang diperkirakan bukan inang.

Metode pengendalian penyakit layu bakteri dengan pestisida kimia sintetis menjadi pilihan (Budi, 2021). Menurut Miller & Spoolman (2014) bahwa pestisida sintetis seperti metil bromide, kloropikrin, dan fumigasi tanah dapat menyebabkan resisten pada bakteri dan residu pestisida dapat menyebabkan kematian organisme.

Penyakit layu bakteri tetap menjadi masalah serius secara ekonomis, karena terbatasnya efektivitas dari beberapa pengendalian tersebut (Saputra *et al.*, 2015). Oleh karena itu pengendalian dengan cara biologi dan ramah lingkungan berupa penggunaan agensia antagonis sangat diperlukan. Pengendalian biologi dengan agensia antagonis merupakan mikroorganisme yang mampu mengganggu atau menghambat pertumbuhan patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman. Agensia antagonis dapat berupa bakteri dan jamur. Bakteri yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati salah satunya adalah bakteri *Bacillus* sp.

Genus *Bacillus* yang digunakan sebagai agen pengendali hayati ini dapat digunakan untuk mengintervensi atau menghambat beberapa patogen seperti *Colletotrichum capsici* (Sutarti & Wahab, 2010), *Sclerotium rolfsii* (Abidin *et al.*, 2015), *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Xanthomonas*, *Erwinia* (Fakhrudin, 2020). Bakteri *Bacillus* sp. dapat menghambat perkembangan patogen dengan melalui mekanisme persaingan, antibiosis dan pemacu pertumbuhan tanaman. *Bacillus* sp. dapat menghasilkan enzim protease, amilase dan kitinase yang dapat menguraikan dinding sel patogen (Suriani & Muis, 2016). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zinidin (2022) bakteri *Bacillus* sp. hasil eksplorasi pada desa pacet kecamatan Pacet, Mojokerto diperoleh 33 isolat, dengan 19 isolat berpotensi sebagai agensia hayati *R. solanacearum* dan 12 isolat bersifat bakteristatis dan 7 isolat bersifat bakterisida.

Spesies *Bacillus* sp. digunakan di rizosfer sebagai agen biokontrol bakteri dan merupakan kandidat ideal untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengendalikan penyakit tanaman dalam kondisi *in situ* dan *in vivo* (Siameto *et al.*, 2011). Akan tetapi kemampuan *Bacillus* sp. yang mampu menghambat pertumbuhan patogen tidak diimbangi dengan kemampuan beradaptasi di lingkungan terbuka. Menurut Vessey (2003) Bakteri *Bacillus* sp memiliki kepekaan terhadap atribut tanah yang berbeda, seperti kelembaban, suhu, pH, persaingan, dan tekanan lingkungan. Bashan *et al.*, (2014) juga menyebutkan bahwa viabilitas bakteri menurun karena suhu dan faktor lingkungan lainnya. Sehingga pengaplikasian bakteri *Bacillus* sp. sebagai agensia hayati harus dibentuk menjadi formulasi dan tidak dapat diberikan secara langsung.

Formulasi agensia pengendalian hayati memegang peranan penting bagi proses aplikasi dan distribusi. Tujuan dari pemformulaan agensia pengendali hayati diantaranya memperpanjang daya hidup produk, memperbaiki kemampuan agensia di lingkungan, keefektifan pengendalian, kemudian penyiapan dan penerapan, menurunkan biaya, kestabilan produk di penyimpanan, ketepatan sasaran, kesesuaian dengan alat pertanian, penggabungan dengan sistem pengelolaan penyakit, perlindungan agensia dari faktor lingkungan yang berbahaya, dan peningkatan keaktifan agensia (Soesanto, 2017). Bentuk formulasi yang umum digunakan saat ini adalah formulasi cair yaitu formulasi yang menggunakan kultur atau didasarkan pada air, mineral atau minyak organik (Rojas-Sánchez *et al.*, 2022). Aplikasi formulasi cair mudah dan praktis digunakan pada sistem irigasi atau sistem sprinkler serta harganya yang murah, tetapi stabilitasnya selama penyimpanan seringkali terbatas karena kerentanannya terhadap kontaminasi mikroorganisme lain (Tu *et al.*, 2015). Penelitian pendahulu menyebutkan bahwa formulasi cair memiliki beberapa kelemahan utama: (1) umur simpan terbatas dalam beberapa kasus (tetapi tidak untuk semua), (2) kondisi dingin atau dingin diperlukan untuk penyimpanan jangka panjang, dan (3) peningkatan biaya, fakta yang membatasi mereka digunakan untuk negara maju dan menghalangi penggunaan di sebagian besar negara berkembang (Stephens & Rask, 2000). Sehingga diperlukan teknik formulasi baru dalam aplikasi agensia hayati.

Enkapsulasi merupakan salah satu teknik formulasi yang dianggap lebih efisien dan efektif. Enkapsulasi adalah proses pembungkusan (*coating*) suatu bahan inti dengan menggunakan bahan pengakapsul tertentu (Miskiyah *et al.*, 2020), sedangkan bioenkapsulasi menurut Kim *et al.*, (2012) adalah formulasi efektif yang melindungi mikroorganisme di dalam tanah dan mengontrol pelepasannya secara berkelanjutan. Menurut Schoebitz *et al.*, (2013) keunggulan formulasi enkapsulasi antara lain mampu memberikan perlindungan terhadap faktor lingkungan, meningkatkan viabilitas sel dalam tanah, mendukung penyebaran sel dan memfasilitasi kontak sel mikroba dengan tanaman, sehingga meningkatkan efektivitasnya. Huq *et al.*, (2013) juga menyebutkan bahwa seperti enkapsulasi melindungi di dalam tanah terhadap tekanan mekanis dan kondisi lingkungan yang merugikan, menyediakan pelepasan mikroorganisme yang terkontrol, dan

mengurangi polusi selama transportasi dan penyimpanan. Produk dari bioenkapsulasi memiliki bentuk seperti manik – manik yang disebut dengan *Beads*.

Pembuatan bioenkapsulasi menggunakan teknik ekstruksi. Teknik ekstrusi (*droplet method*) yang merupakan salah satu teknik tergolong sederhana karena relatif mudah dan tidak membutuhkan biaya yang mahal (Miskiyah *et al.*, 2020). Teknik ekstrusi juga dapat mempertahankan viabilitas bakteri karena tidak menggunakan suhu tinggi (Rokka & Rantamäki, 2010). Penggunaan bahan sebagai penyalut dalam bioenkapsulasi memiliki peranan penting, salah satu jenis bahan penyalut yang digunakan merupakan polimer alam (biopolimer). Polimer yang umum digunakan adalah sodium alginat. Sodium alginat memiliki kelebihan berupa mudah membentk gel, memiliki kelarutan yang baik dan viskositas yang rendah dan dapat digunakan dalam kondisi ringan, memungkinkan sel-sel terperangkap dengan kehilangan viabilitas yang minimal (Szczech & Maciorowski, 2016)

Pengaplikasi *Beads* memerlukan waktu aplikasi yang tepat. Waktu aplikasi akan mempengaruhi agensi hayati dapat hidup dan berinteraksi dalam tanah. Hal ini diungkap Wuryandari *et al.*, (2018) bahwa agensi hayati *Pseudomonad fluoresen* isolat Pf-122 gagal dalam menghambat patogen penyebab layu bakteri karena tidak cukup waktu dalam mengolonisasi. Selain bertujuan untuk mengolonisasi, waktu aplikasi juga mempengaruhi interaksi agensi didalam tanah, sehingga agensi hayati yang diberikan mampu mengurangi jumlah patogen dalam tanah.

Penelitian ini menggunakan bakteri *Bacillus* sp isolat bcz 30 koleksi Dr. Ir Yenny Wuryandari, MP yang terbukti mampu menekan patogen *R. solanacearum* secara *in vitro* dengan terbentuk nya zona bening yang bervariasi ukuran dengan mekanisme hambatan sebagian bersifat bakteristatis dan ada beberapa juga bersifat bakterisida (Zinidin, 2022). *Bacillus* sp isolat bcz 30 memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *R. solanacearum* tertinggi dengan diameter zona hambat sebesar 34.67 cm (Zinidin, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Dr. Ir. Yenny Wuryandari, MP., Isolat *Bacillus* sp kode bcz 30 juga memiliki kemampuan dalam menekan patogen *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Berdasarkan potensi isolat *Bacillus* sp. tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan *Bacillus* sp. dalam formulasi bioenkapsulasi untuk

mengendalikan patogen *R. solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*).

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat terhadap efisiensi enkapsulasi *beads*?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat terhadap viabilitas *Bacillus* sp. dan ukuran diameter *beads*?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat dan waktu aplikasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. terhadap perkembangan penyakit layu bakteri pada cabai dan pertumbuhan tanaman cabai?

## 1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat terhadap efisiensi enkapsulasi *beads*.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat terhadap viabilitas *Bacillus* sp. dan ukuran diameter *beads*.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat dan waktu aplikasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. terhadap penyakit layu bakteri pada cabai dan pertumbuhan tanaman cabai.

## 1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat terhadap efisiensi enkapsulasi, viabilitas *Bacillus* sp. dan perubahan ukuran diameter *beads* serta memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan konsentrasi sodium alginat dan waktu aplikasi formulasi bioenkapsulasi *Bacillus* sp. terhadap penyakit layu bakteri dan pertumbuhan tanaman cabai rawit