

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman penting di Indonesia dan telah dibudidayakan secara luas. Salah satu wilayah penghasil padi adalah Kabupaten Sidoarjo yang memiliki luas lahan 35,445 hektar (BPS, 2019). Produksi padi di Sidoarjo berdasarkan data BPS (2022) pada tahun 2021 mencapai 202.501,40 ton, sedangkan pada tahun 2022 produksi padi di Sidoarjo sebesar 196.839,63 ton. Berdasarkan data tersebut, produksi padi di Sidoarjo mengalami penurunan sebesar 5.661,77 ton.

Desa Pulungan, Sidoarjo merupakan salah satu wilayah yang terdapat lahan padi. Terlihat gejala pada daun padi di lahan tersebut berupa lesi yang berwarna cokelat keabuan dan semakin lama semakin meluas. Gejala yang terlihat seperti pernyataan Larasaty *et al.*, (2020) dan Laraswati *et al.*, (2021) bahwa penurunan produksi padi dapat dikarenakan serangan penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh patogen *Xanthomonas oryzae* Gejalanya berupa lesi abu-abu di tepi daun yang kemudian meluas dari tepi hingga ke pangkal daun.

Penyakit hawar daun bakteri memiliki dampak signifikan terhadap produksi tanaman padi, dengan kerugian mencapai 18% - 80% (Hakim *et al.*, 2022). Berbagai upaya pengendalian penyakit hawar daun bakteri pada padi telah dilakukan secara kimia, biologi, dan pemuliaan tanaman dengan merekayasa padi varietas tahan (Nisha *et al.*, 2012). Pengendalian kimia sintetik yang digunakan secara terus menerus memiliki dampak negatif bagi tanaman, petani, konsumen, dan lingkungan sekitar pertanaman (Aktar *et al.*, 2009). Menurut Larasati *et al.*, (2020) pestisida nabati dari bahan tanaman yang ramah lingkungan kurang efektif sehingga diperlukan pengendalian dengan cara lain. Salah satu metode pengendalian penyakit hawar daun bakteri pada padi yang aman dapat menggunakan agen hayati berupa bakteri *Paenibacillus polymyxa* yang berpotensi mengendalikan beberapa penyakit melalui mekanisme antagonis dan kompetitor. *Paenibacillus polymyxa* menghasilkan dua jenis antibiotik peptida yaitu antibiotik polimiksin yang aktif terhadap bakteri gram

negatif dan antibiotik fusarisidin yang aktif terhadap jamur patogen (Kwak *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini menggunakan isolat *Paenibacillus polymyxa* koleksi dari Unit Pelayanan Teknis Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (UPT PTPH) Surabaya yang telah diuji secara *In Vitro* dan diaplikasikan pada lahan padi untuk mengendalikan serangan penyakit hawar daun bakteri di beberapa wilayah Jawa Timur seperti Mojokerto, Pamekasan, Bojonegoro, Madiun, dan Pasuruan. Dosis yang digunakan UPT PTPH dalam formulasi cair sebanyak 5 liter per hektar dengan kerapatan koloni bakteri 10^8 CFU/ml. Penggunaan *Paenibacillus polymyxa* sebagai biopestisida dalam formulasi cair umum digunakan, namun formulasi ini rentan terhadap cekaman lingkungan langsung (Hapsah *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai formulasi terbaru yang dapat mengatasi stabilitas dan viabilitas mikroorganisme. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah teknologi enkapsulasi, termasuk bioenkapsulasi yang merupakan pembungkusan agen hayati untuk melindungi bakteri dalam tanah.

Bioenkapsulasi terbuat dari bahan alami dan sintetik dengan viskositas rendah (Rumbiak & Hilal, 2022). Bioenkapsulasi dapat melindungi agen hayati dari tekanan mekanis dan kondisi lingkungan yang merugikan, serta menyediakan pelepasan mikroorganisme yang terkontrol, dengan mengurangi polusi selama transportasi dan penyimpanan (Huq *et al.*, 2013). Penggunaan bahan sebagai penyalut dalam bioenkapsulasi memiliki peranan penting, salah satu jenis bahan penyalut yang digunakan merupakan biopolimer yaitu sodium alginat yang memiliki kelebihan mudah membentuk gel, memiliki kelarutan yang baik dan viskositas yang rendah, memungkinkan sel-sel terperangkap dan mengurangi penurunan viabilitas (Szczec & Maciorowski, 2016). Terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam enkapsulasi, diantaranya adalah teknik ekstrusi, emulsi dan *dry spraying* (Heidebach, *et al.*, 2012). Pada penelitian ini teknik yang di gunakan adalah teknik ekstrusi (*droplet method*) yang merupakan salah satu teknik sederhana karena relatif mudah dan murah. Teknik ekstrusi dapat mempertahankan viabilitas bakteri karena tidak menggunakan suhu tinggi (Rokka & Rantamaki, 2010).

Pembuatan *beads* memerlukan penambahan bahan pengikat silang rantai polimer, ion yang dapat digunakan diantaranya adalah Ba_2^+ , Ca_2^+ , Zn_2^+ , Cu_2^+ atau Fe_3^+ (Choi *et al.*, 2009). Pada penelitian ini bahan pengikat yang digunakan adalah $CaCl_2$ dengan perbedaan konsentrasi sebagai faktor penentu hasil. Menggunakan Ca_2^+ dikarenakan merupakan bahan pengikat paling sesuai dan aman, sedangkan bahan pengikat lainnya seperti Zn_2^+ dan Fe_3^+ merupakan logam berat yang memiliki toksisitas terhadap mikroorganisme (Angela & Marzuki, 2021). Faktor pengaruh konsentrasi pada penelitian ini telah diisyaratkan dalam satu ajaran kitab (Q.S. Al Qamar:49) bahwa telah diciptakan segala sesuatu menurut ukuran atau takarannya. Menurut Khazaeli *et al.*, (2008) Perbedaan konsentrasi $CaCl_2$ dapat mempengaruhi daya *swelling beads*, dimana semakin tinggi konsentrasi maka daya *swelling beads* akan semakin rendah. Daya *swelling beads* merupakan pembengkakan *eads* yang dikarenakan masuknya air kedalam *beads*, hal tersebut dapat mempengaruhi keluarnya bahan inti dari dalam *beads* (Ibrahim *et al.*, 2014). Variasi konsentrasi $CaCl_2$ berpengaruh terhadap daya *swelling* dan ukuran diameter. Pada penelitian Munawwaroh (2019), menggunakan variasi $CaCl_2$ 3%, 4% dan 5% menghasilkan daya *swelling* berturut yaitu 92,64%, 85,17% dan 84,79%, sedangkan pengukuran diameter yang dihasilkan adalah 18,59; 17,09; dan 16,65%. Hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi $CaCl_2$ berpengaruh terhadap daya *swelling beads*, diperlukan konsentrasi yang berbeda sebagai pembanding lainnya untuk mendapatkan *beads* yang optimum.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keefektifan bioenkapsulasi, salah satunya adalah ketepatan waktu aplikasi *beads* pada tanah. Pengaplikasian *beads* sangat berpengaruh terhadap efektivitas agen hayati sehingga diperlukan ketepatan waktu dalam pengaplikasian. Menurut Dewi (2014) dalam penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pengaplikasian agen hayati harus tepat waktu agar dapat maksimal dalam menghambat pertumbuhan patogen. Pada penelitian tersebut mendapatkan hasil bahwa pengaplikasian agen hayati 7 hari sebelum tanam menunjukkan lebih melindungi tanaman dari serangan patogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *beads* sebagai pengendali penyakit hawar daun bakteri pada padi, dengan fokus pada perbedaan konsentrasi CaCl_2 yang memengaruhi daya *swelling beads* dan perbedaan waktu aplikasi *Beads* pada tanaman yang juga mempengaruhi intensitas penyakit hawar daun bakteri pada padi, dengan harapan mendapatkan wawasan lebih dalam terkait efektivitas dan optimalisasi bioenkapsulasi sebagai alternatif pengendali penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah perbedaan konsentrasi CaCl_2 berpengaruh terhadap viabilitas *Paenibacillus polymyxa* dalam *beads*?
2. Apakah perbedaan konsentrasi CaCl_2 berpengaruh terhadap daya *swelling beads*?
3. Apakah kombinasi perbedaan konsentrasi CaCl_2 dan perbedaan waktu aplikasi *beads* berpengaruh terhadap perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi?

1.3. Tujuan

1. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi CaCl_2 terhadap viabilitas *Paenibacillus polymyxa* dalam *beads*
2. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi CaCl_2 terhadap daya *swelling beads*
3. Mengetahui pengaruh kombinasi perbedaan konsentrasi CaCl_2 dan perbedaan waktu aplikasi *beads* terhadap perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan konsentrasi CaCl_2 terhadap viabilitas *Paenibacillus polymyxa* dalam *beads*, untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi CaCl_2 terhadap daya *swelling beads*, serta pengaruh kombinasi perbedaan konsentrasi CaCl_2 dan perbedaan waktu aplikasi *beads* terhadap perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada padi.