

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang berasal dari Asia Tengah adalah komoditas hortikultura yang dimanfaatkan sebagai bumbu penyedap masakan (Pujiati *et al.*, 2017). Bawang merah sangat penting untuk kebutuhan sehari-hari masyarakat karena nilai ekonominya cukup tinggi (Dewi *et al.*, 2024). Menurut data Kementerian Pertanian (2023), produksi bawang merah di Indonesia pada tahun 2022 menghasilkan sebanyak 1,98 juta ton. Dalam lima tahun terakhir, produksi bawang merah di Pulau Jawa mengalami peningkatan dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 5,52%. Jawa Timur menduduki urutan kedua pada tahun 2022 dari segi wilayah dengan total produksi 478.393 ton dan luas tanam 51.347 hektar. Produksi ini mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 500.992 ton (BPS, 2024).

Penurunan produktivitas bawang merah tidak hanya dipengaruhi oleh teknik budidaya yang kurang optimal, namun juga oleh serangan hama dan penyakit tanaman (Rahmatulloh *et al.*, 2021). Menurut Dewi *et al.*, (2024) perubahan cuaca juga menyebabkan frekuensi dan intensitas serangan patogen yang meningkat. Salah satu contohnya yaitu penyakit moler yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum f.sp. cepae* (FoCe) pada saat musim hujan. Cendawan *Fusarium oxysporum* merupakan patogen tular tanah yang bersifat sistemik sehingga sangat sulit dikendalikan. Cendawan ini juga dapat menghasilkan spora yang bertahan lama di dalam tanah, berkembang sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman, dan menjadi sumber inokulum bagi tanaman yang tumbuh selanjutnya (Aprilia *et al.*, 2020; Hadiwiyono *et al.*, 2020). Kegagalan panen akibat serangan penyakit *Fusarium oxysporum* diperkirakan menyebar lebih dari 50% (Kaeni, 2014; Deden dan Umiyati, 2017). Penggunaan pestisida yang berlebihan pada bawang merah dapat mengakibatkan populasi mikroba tanah dan hasil panen bawang merah menurun sehingga upaya yang dapat dilakukan yaitu menggunakan pengendalian yang lebih ramah lingkungan (Sholeh *et al.*, 2023). Beberapa metode pengendalian yang ramah lingkungan yaitu pengendalian agen hayati yang memberdayakan mikroba antagonis sebagai biofungisida. Penggunaan mikroba antagonis dapat berupa bakteri atau jamur (Rahmiyati *et al.*, 2021). Pengendalian yang ramah lingkungan sangat sesuai untuk mendukung

keberlangsungan pertanian organik demi mencapai pertanian berkelanjutan (Pradhana *et al.*, 2014).

Pengendalian agen hayati yang digunakan yaitu bakteri *Bacillus pseudomycooides* merupakan bakteri pembentuk spora yang tidak bergerak atau non-motil. Bakteri ini membentuk koloni *rhizoid* (bentuk rambut simetris) yang khas pada media padat. Bakteri ini berkerabat dekat dengan kelompok bakteri *Bacillus cereus*. *Bacillus pseudomycooides* diketahui mampu menghasilkan biosurfaktan, polisakarida ekstraseluler, serta meningkatkan penyerapan kalium pada tanaman teh (Li *et al.*, 2016; Solmaz *et al.*, 2018; Pramanik *et al.*, 2019). Menurut penelitian Elfina *et al.*, (2020) mengidentifikasi bahwa enam isolat *rhizobacteria* seperti *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus pseudomycooides*, serta tiga isolat *Bacillus velezensis* dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*, penyebab layu fusarium pada bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus pseudomycooides* merupakan agen hayati yang potensial untuk mengendalikan penyakit tular tanah khususnya penyakit hawar dini yang disebabkan oleh *Alternaria solani* pada tanaman tomat. *Bacillus pseudomycooides* mampu menghambat pertumbuhan *Alternaria solani* hingga 74,22% dalam kondisi in vitro. Bakteri *Bacillus pseudomycooides* juga meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dan aktivitas enzim pertahanan seperti *polyphenol oxidase* (PPO) dan *peroxidase* (POD) pada daun yang terinfeksi (Elsharawy *et al.*, 2023).

Bakteri gram positif seperti *Bacillus pseudomycooides* mampu menghasilkan spora. Spora salah satu bentuk dorman dari bakteri yang dapat membentuk endospora seperti *Bacillus* dan tahan terhadap faktor lingkungan yang keras seperti panas, pengeringan, radiasi serta berbagai zat kimia berbahaya variasi kecepatan waktu munculnya spora (Checinska *et al.*, 2015; Soni *et al.*, 2016). Proses pembentukan endospora dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi cuaca dan ketersediaan nutrisi. Menurut Bressuire-Isoard *et al.*, (2018) perbedaan kecepatan waktu munculnya spora dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi pada media kultur. Kondisi nutrisi pada media kultur molase dipengaruhi lama waktu inkubasi dan volume media kultur. Semakin lama waktu inkubasi maka jumlah spora yang dihasilkan semakin banyak dan sel vegetatif bakteri semakin sedikit. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya nutrisi dalam media kultur (Jiwintarum *et al.*, 2021). Semakin tinggi volume media kultur bakteri, maka semakin banyak dalam menghasilkan spora karena nutrisi yang cukup

(Mahariawan, 2019). Media kultur molase memiliki dampak yang signifikan terhadap efektivitas dalam menghambat perkembangan patogen. Molase atau tetes tebu merupakan produk sampingan dari industri pengolahan gula dalam bentuk cairan berwarna coklat hingga kehitaman yang mudah didapatkan, harga murah, dan kaya nutrisi sehingga cocok untuk digunakan dalam kultur media mikroba (Kassa *et al.*, 2024). Menurut Rochani *et al.*, (2015) bahwa molase mengandung total gula sekitar 50-60% (sukrosa 30%, fruktosa 15%, glukosa 14%) yang sangat berpotensi mendukung pertumbuhan mikroba termasuk bakteri dan ragi. Menurut hasil penelitian Farida *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa penggunaan molase sebagai media dapat menekan intensitas penyakit bulai pada tanaman jagung. Konsentrasi molase 20% memberikan efek terbaik dengan persentase keterjadian penyakit terendah. Hal ini dapat dikatakan bahwa media molase meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dan mendukung pertumbuhan yang optimal pada jagung.

Bakteri dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati dalam pertanian namun perlu diformulasikan agar lebih praktis. Formulasi secara karakteristik harus mengandung bahan aktif dalam media pembawa yang cocok dengan aditif yang akan membantu dalam stabilisasi dan berfungsi sebagai pelindung sel bakteri selama penyimpanan, transportasi, mudah ditangani, hemat biaya, dan mudah untuk aplikasi di lapangan (Pahari *et al.*, 2017). *Stadia endospora Bacillus* paling tahan terhadap kondisi lingkungan dan suhu tinggi dan tidak memerlukan nutrisi karena berada dalam keadaan tidak aktif sehingga dianggap ideal untuk formulasi (Grigs *et al.*, 2023). Stress lingkungan seperti suhu tinggi, pH alkali, dan kekurangan nutrisi mendorong untuk pembentukan endospora. Endospora tahan terhadap panas, kekeringan, dan paparan bahan kimia yang dapat bertahan selama bertahun-tahun dalam kondisi yang tidak aktif (Pungrasmi *et al.*, 2019). Namun, penelitian yang membahas secara spesifik waktu inkubasi dan volume media kultur yang efektif untuk merangsang pembentukan endospora *Bacillus pseudomycooides* sebagai agen hayati pengendali penyakit bawang merah masih terbatas. Maka dari itu pentingnya untuk mengkaji waktu inkubasi dan volume media kultur yang dapat secara efektif merangsang pembentukan endospora sebagai agen hayati untuk mengatasi penyakit bawang merah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana interaksi antara pengaruh lama waktu inkubasi dan volume media kultur molase dalam menghasilkan endospora yang optimal?
2. Bagaimana ketahanan *Bacillus pseudomycoides* terhadap kekeringan dan panas?
3. Bagaimana tingkat penghambatan *Bacillus pseudomycoides* terhadap pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui interaksi pengaruh lama waktu inkubasi dan volume media kultur molase dalam menghasilkan endospora yang optimal.
2. Untuk mengetahui ketahanan *Bacillus pseudomycoides* terhadap kekeringan dan panas.
3. Untuk mengetahui tingkat penghambatan *Bacillus pseudomycoides* terhadap pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai waktu inkubasi dan volume media kultur yang paling optimal dalam menghasilkan endospora sebagai agen hayati.
2. Diharapkan memperoleh pemahaman ilmiah bagi pengembangan tentang karakteristik *Bacillus pseudomycoides*.
3. Diharapkan memberikan informasi praktis bagi petani dan pengelola pertanian mengenai penggunaan agen hayati yang aman dan efektif dalam mengendalikan penyakit serta mendukung pertanian berkelanjutan.

1.5 Hipotesis Penelitian

1. Diduga terdapat interaksi pengaruh antara lama waktu inkubasi dan volume media kultur dalam menghasilkan endospora yang paling optimal.
2. Diduga adanya ketahanan *Bacillus pseudomycoides* terhadap kekeringan dan panas.
3. Diduga terdapat adanya tingkat penghambatan *Bacillus pseudomycoides* terhadap pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*.