

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara ASEAN yang menempatkan bawang merah sebagai komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi. Berdasarkan nilai ekonominya, budidaya bawang merah dapat menghasilkan pendapatan bagi banyak petani di beberapa wilayah Indonesia, selain itu juga bawang merah merupakan salah satu sumber utama rempah-rempah di Indonesia (Fadzil *et al.*, 2022). Kebutuhan masyarakat terhadap bawang merah di Indonesia menyebabkan permintaan bawang merah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Selain permintaan bawang merah dikalangan masyarakat, produksi bawang merah bersifat semusim sehingga dapat menyebabkan terjadinya gejolak antara pasokan dan permintaan yang terus menerus terjadi (Wibowo & Surbakti 2023). Permintaan yang tinggi membuat petani harus menjaga kualitas dan kuantitas produksinya. Kendala utama yang banyak dihadapi petani adalah penyakit moler. Penyakit moler atau penyakit layu fusarium disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp. (Prabowo *et al.*, 2020).

Jamur *Fusarium oxysporum* merupakan penyebab utama layunya tanaman bawang merah, yang ditandai oleh daun yang cepat menguning, terpelintir, serta terjadinya pembusukan pada pangkal batang. Infeksi *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah dapat menyebabkan penurunan hasil yang signifikan, bahkan berpotensi menimbulkan gagal panen. Kondisi ini terjadi karena sebagian besar daun mengalami kelayuan, tanaman tampak lemah dan terkulai, sistem perakaran mengalami pembusukan, serta tanaman menjadi mudah rebah (Aprilia & Aini, 2022). Selain itu, serangan patogen ini juga dapat menyebabkan penurunan jumlah anakan, pembentukan umbi yang tidak optimal, serta ukuran dan kualitas umbi lebih kecil dan lebih sedikit dibandingkan yang sehat (Kawilarang *et al.*, 2023). Menurut Fitriani *et al.*, (2020). Layu fusarium menyebabkan pembusukan pangkal batang yang dapat menurunkan hasil umbi hingga 50%, bahkan kerusakan pada bawang merah dilaporkan dapat mencapai 100%. Patogen ini menyerang pada bagian akar dan pangkal batang, menyebabkan gangguan pada sistem perakaran dan jaringan pembuluh, sehingga tanaman mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu bahkan membusuk (Prabowo *et al.*, 2020). Selain itu, *Fusarium oxysporum* merupakan patogen tular tanah yang mampu bertahan lama dalam bentuk klamidospora meskipun tanpa tanaman inang, sehingga sulit dikendalikan secara

konvensional (Silvano *et al.*, 2025). Tanah yang telah terkontaminasi patogen umumnya sulit untuk dipulihkan kembali, sehingga keberadaan patogen tersebut berpotensi menyebabkan penyakit terus muncul secara berulang sepanjang musim tanam (Abdullah, 2022).

Upaya pengendalian penyakit moler selama ini masih banyak bergantung pada penggunaan fungisida kimia sintetis. Namun, penggunaan berlebihan dan terus-menerus fungisida kimia sintetis ini dapat menyebabkan pencemaran tanah dan mengganggu keseimbangan alam. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan patogen *Fusarium* menjadi resistensi (Kawilarang *et al.*, 2023). Fenomena ini bukan lagi sekedar teoritis, melainkan telah menjadi fakta di lapangan. Penelitian oleh Poromarto *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa aplikasi fungisida setiap 3–5 hari sekali telah membuat isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* resisten terhadap bahan aktif Klorotalonil dan Propineb yang ditandai dengan penurunan efikasi produk di bawah 50%. Oleh karena itu, sangat penting untuk mencari metode alternatif pengendalian melalui upaya pengendalian hayati berbasis mikroorganisme antagonis yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Berbagai penelitian telah melaporkan potensi agen hayati seperti *Trichoderma spp.*, *Gliocladium sp.*, dan *Bacillus spp.* dalam menekan intensitas penyakit moler pada bawang merah. Namun, efektivitas agen hayati tersebut sering kali tidak konsisten di lapangan karena keterbatasan kemampuan mikroba untuk bertahan hidup, berkolonisasi, dan beradaptasi pada kondisi tanah yang beragam (Sales & Rigobelo, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengendalian hayati tidak hanya ditentukan oleh jenis mikroorganisme, tetapi juga oleh media atau sistem pembawa (*carrier*) yang mampu mendukung kelangsungan hidup dan aktivitas mikroba di dalam tanah.

Biochar merupakan bahan kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa pada kondisi oksigen terbatas, dan diketahui memiliki kemampuan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Biochar berperan dalam menurunkan berat isi tanah, meningkatkan porositas, memperbaiki aerasi, serta meningkatkan kapasitas menahan air (Urifa & Bowo, 2020). Selain bisa memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, biochar berfungsi sebagai tempat tinggal bagi jamur dan mikroorganisme tanah (Santi & Goenadi, 2010). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Deng *et al.*, (2023). bahwa kombinasi biochar dan mikroba menguntungkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta menekan patogen tular tanah melalui perbaikan

kondisi rizosfer yang lebih mendukung perkembangan mikroba menguntungkan. Biochar batang jagung memiliki struktur mikropori dan mesopori yang mampu menyimpan air, mengadsorpsi nutrisi, serta menyediakan ruang mikrohabitat bagi mikroorganisme tanah (Sinyoung *et al.*, 2025).

Bacillus spp. merupakan kelompok bakteri yang banyak dikaji sebagai agen pengendali hayati karena kemampuannya menghasilkan senyawa antibiotik dan enzim hidrolitik seperti kitinase, β -1,3-glukanase, dan protease yang efektif menghambat pertumbuhan patogen tular tanah, termasuk *Fusarium oxysporum* (Yanti *et al.*, 2025). Salah satu spesies yang memiliki potensi adalah *Bacillus pseudomycooides*, yang dikenal mampu bertahan pada kondisi lingkungan ekstrem serta mampu berperan sebagai bakteri rizosfer tanaman dan menunjukkan aktivitas antagonistik terhadap patogen tular tanah (Dushku *et al.*, 2025). Meskipun agen hayati berbasis *Bacillus* telah banyak diteliti, sebagian besar penelitian mengenai *Bacillus spp.* masih banyak diteliti secara terpisah antara *Bacillus* sebagai agen pengendalian hayati dan biochar sebagai bahan amelioran tanah, sehingga efektifitasnya di lapangan seringkali tidak stabil. Salah satu faktor penyebabnya adalah rendahnya kemampuan mikroba untuk bertahan hidup lebih lama di dalam tanah.

Penelitian mengenai pemanfaatan formulasi biochar batang jagung yang dijadikan sebagai bahan pembawa (*carrier*) bagi bakteri *Bacillus pseudomycooides* sebagai agen pengendalian hayati telah banyak dilaporkan. Namun demikian, kajian yang secara khusus mengombinasikan biochar batang jagung sebagai *carrier* dengan *Bacillus pseudomycooides* untuk pengendalian penyakit moler pada tanaman bawang merah masih sangat terbatas. Kombinasi antara biochar dan bakteri antagonis berpotensi meningkatkan kelangsungan hidup mikroba di dalam tanah serta memperkuat aktivitas antagonistiknya terhadap patogen tular tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji efektivitas formulasi *Bacillus pseudomycooides* pada biochar dalam menekan intensitas penyakit moler serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah aplikasi *Bacillus pseudomycooides* yang diformulasikan dengan biochar berpengaruh terhadap intensitas penyakit moler pada bawang merah?

2. Apakah aplikasi *Bacillus pseudomycoides* yang diformulasikan dengan biochar berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh aplikasi *Bacillus pseudomycoides* yang diformulasikan dengan biochar terhadap intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah
2. Mengetahui pengaruh aplikasi *Bacillus pseudomycoides* yang diformulasikan dengan biochar terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah.

1.4 Hipotesis

1. Diduga formulasi *Bacillus pseudomycoides* dengan biochar efektif dalam menekan keterjadian dan keparahan penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum*)
2. Diduga formulasi *Bacillus pseudomycoides* dengan biochar mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi pada tanaman bawang merah.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai *Bacillus pseudomycoides* yang diformulasikan dengan biochar sebagai agen pengendalian hayati penyakit moler.
2. Diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai rujukan dalam budidaya bawang merah