

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang paling penting di Indonesia. Permintaan bawang merah terus meningkat, ditandai dengan besarnya import dan fluktuatifnya harga bawang merah di pasar. Produksi bawang merah Jawa Timur pada tahun 2024 mencapai 4.766.597,52 kwintal dengan kontribusi 24,41 % terhadap produksi nasional, tersebar di seluruh provinsi di Indonesia (Anonim, 2024).

Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2023), produksi bawang merah tahun 2023 terjadi peningkatan sebesar 8,15 % atau 161,62 ribu ton dibandingkan tahun 2022 yaitu 2,14 Juta ton diperkirakan 2,14 juta ton. Prediksi konsumsi per kapita bawang merah pada tahun 2023 sebesar 2,96 kg/kapita/tahun dan diproyeksikan akan terus meningkat. Meski demikian, diperkirakan hingga 2027 Indonesia akan mengalami surplus bawang merah rata-rata sebesar 1,03 juta ton per tahun (Anonim, 2023).

Bawang merah tidak hanya sebagai bumbu penyedap, tetapi juga dikenal juga memiliki khasiat di bidang kesehatan. Kandungan senyawa aktif seperti Alfanoid kuersetin, berperan sebagai antioksidan yang dapat membantu mengatasi penyakit katarak, jantung, hingga kanker (Arora *et al.*, 2017). Bagian tanaman lainnya seperti daun, tangkai, juga sering dikonsumsi sebagai sayuran, dipercaya dapat mampu melancarkan pencernaan, meredakan penyakit kuning dan mempercepat penyembuhan wasir (Rukmana, 2018),

Di balik potensinya yang besar, budidaya bawang merah masih menghadapi beberapa tantangan serius, terutama dari serangan OPT (Organisme Pengganggu Tumbuhan). Di Jawa Timur ada beberapa hama dan penyakit yang sering ditemukan yaitu Ulat bawang (*Spodoptera exigua*), ulat grayak (*Spodoptera litura*),

Trips (*Thrips tabachi*), dan Aphis, sedangkan penyakit yang menyerang bawang merah antara lain Layu fusarium (*Fusarium oxysporium*), embun tepung (*Peronospora destructor*), bercak ungu (*Alternaria porii*) (Rokhlani, 2024).

Ulat bawang (*Spodoptera exigua*) menjadi salah satu hama yang sering menyebabkan gagal panen pada beberapa jenis tanaman (Rauf, 1999). Serangga polifag ini yang menyerang lebih dari 20-50 species tanaman (Zheng *et al.*, 2000). Penyerangan biasanya dilakukan secara berkelompok (Rauf, 1999). Di India *Spodoptera exigua* dilaporkan sebagai hama penting tanaman tembakau, sedangkan di Indonesia telah menjadi hama penting di Palu, Sulawesi Tengah dan dataran rendah pulau Jawa (Paparang, 2016).

Intensitas serangan *Spodoptera exigua* dapat mencapai 62,98% ketika bawang merah berumur 49 hari (Sutarya, 1999). Ulat bawang (*Spodoptera exigua*) dapat menyebar secara cepat dan luas, sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan keragaman genetik intra spesies. Ulat bawang ini memiliki warna tubuh yang beragam, dari hijau muda, hijau tua, coklat, tergantung pada ketinggian tempat hidupnya (Rauf, 1999).

Berdasarkan Data Kumulatif Luas Tambah Serangan hama pada Laporan MP. 2024/2025 yang dirilis UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura yaitu sebesar 143,57 ha, posisi tertinggi penyebab kerusakan bawang merah yaitu *Spodoptera exigua* sebesar 55,42 ha. Serangan *Spodoptera exigua* banyak ditemukan di Kabupaten Magetan, Malang, Probolinggo, Lamongan, Situbondo dengan intensitas serangan yang bervariasi (Anonim, 2025). Kemampuannya menyerang di semua musim dan ketinggian menjadikannya ancaman utama bagi petani (Moekasan *et al.*, 2012). Serangan ulat ini tidak hanya mengurangi nilai jual namun mengurangi hasil panen yang signifikan mencapai 62,98 % ketika populasi larvanya tinggi juga mempengaruhi kualitas hasil karena kerusakan pada daun tanaman (Sutarya, 1996),

Para petani selalu menggunakan insektisida kimia sebagai bahan pengendali hama yang ada di lahan, bahkan mereka sering mencampurkan beberapa insektisida menjadi satu dengan harapan hama yang di lahan mereka akan mati dan mereka telah menghemat waktu karena telah mencampurkan insektisidanya. Namun hasil penggunaan yang berlebihan dan tidak terkontrol menyebabkan berbagai dampak negatif antara lain hama resisten, musuh alami ikut mati serta efek dari residu yang menempel pada tanaman dan lahan berakibat buruk bagi manusia dan lingkungan (Georgius & Saito, 2012). Upaya alternatif seperti penggunaan lampu perangkap, likat kuning sudah banyak digunakan namun efektifitasnya masih terbatas (Mukhlis, 2016).

Keterbatasan tersebut menjadikan pengendalian hayati semakin menarik perhatian petani dan akademisi. Agen pengendali hayati seperti entomopatogen (*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*), bakteri rizosfer seperti *Bacillus* sp, yang terbukti mampu menekan penyakit dan mendorong pertumbuhan tanaman melalui sintesis berbagai hormon dan enzim (Khan *et al.*, 2021). Pengendalian hayati memiliki beberapa keunggulan antara lain tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, tidak menyebabkan resistensi tanaman, dan lebih aman bagi organisme non target (Jumar, 2000). Meskipun membutuhkan monitoring yang rutin dan berkelanjutan (Fuadi, 2012).

Bakteri rizosfer (Rizobakteri) merupakan jenis bakteri yang hidup dan berkembang di sekitar tanaman, serta mampu berkolonisasi di permukaan akar. Bakteri yang banyak digunakan sebagai agens hayati yaitu Genus *Agrobacterium*, *Alkaligeenes*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* (Grupta *et al.*, 2014). Keberhasilan penggunaan rizobakteri sebagai bahan pengendali hama sangat bergantung pada mekanisme kerja yang dimilikinya. Salah satu mekanisme langsung adalah produksi senyawa toksik yang dapat menyebabkan kematian hama melalui infeksi sistemik seperti septicemia

(Raymond, 2010). Salah satu mikroorganisme yang menjanjikan pada saat ini adalah *Bacillus* sp., kelompok bakteri yang membentuk spora dan tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem (Agastya, 2017). Beberapa isolat lokal yang berpotensi dan telah berhasil dikoleksi dan dikarakterisasi antara lain Isolat *Bacillus* Bcz 20 dan *Bacillus* Bcz 16, yang dikembangkan melalui penelitian (Setiawan *et al.*, 2025). Kedua isolat ini banyak diuji sebagai agen hayati karena dapat menekan pertumbuhan patogen tanaman dan mendukung kesehatan tanaman.

Isolat *Bacillus* Bcz 20 diketahui memiliki sifat antagonis yang kuat karena mampu menekan layu fusarium pada tanaman cabai serta menunjukkan sifat bakterisidal terhadap *Ralstonia solanacearum* (Anjani *et al.*, 2025). Sementara itu, Isolat *Bacillus* Bcz 16 terbukti efektif dalam menurunkan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah hingga 50 % dan menunda masa inkubasi selama 21 hari (Yuwono *et al.*, 2025). Kehadiran dua isolat ini menunjukkan bahwa eksplorasi *Bacillus* lokal dapat menghasilkan biofungisida yang aplikatif dan ramah lingkungan.

Bakteri dari genus *Bacillus* juga sebagai entomopatogen yang menghasilkan protein khusus yang bersifat racun setelah masuk ke tubuh serangga melalui saluran pencernaannya maka bakteri ini menghasilkan protein khusus yang bekerja seperti racun. Protein ini membuat lubang kecil pada dinding usus serangga, sehingga air dan zat – zat dari luar dapat masuk yang mengakibatkan sel – sel di dalam usus membengkak, pecah dan akhirnya hancur. Proses ini menyebabkan kerusakan serius sehingga dapat membunuh serangga (Palma, 2014).

Bacillus tidak hanya menghasilkan protein toksik, tetapi juga memproduksi metabolit sekunder volatil dengan spektrum luas. Senyawa volatil ini mencakup berbagai senyawa organik seperti alkohol, alkena, benzena, keton, pirazina dan terpena, serta senyawa anorganik seperti NH₃, HCN, H₂S, NO₂ dan CO₂.

Metabolit ini berperan penting dalam menekan patogen maupun mempengaruhi organisme target, sehingga menambah efektivitas *Bacillus* sp, sebagai agens pengendali hayati (Gregersen, 2024).

Namun demikian, dalam pengujian efektivitas *Bacillus* sp, Terhadap serangga hama melalui bioassay, faktor pendukung seperti jenis pakan larva perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi tingkat mortalitas dan respon fisiologi serangga penguji. Pemeliharaan larva *Spodoptera exigua* secara konvensional sering menggunakan daun bawang merah sebagai pakan alami karena merupakan pakan alaminya, Akan tetapi, bawang merah diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponon dan senyawa sulfur yang memiliki aktivitas antivedan dan insektisidal, sehingga berpotensi sebagai pestisida nabati (Arora *et al.*, 2017).

Keberadaan senyawa bioaktif pada tanaman bawang merah berpotensi menimbulkan bias dalam pengujian efektivitas bioinsektisida, oleh karena itu diperlukan pakan alternatif yang netral, tidak mengandung senyawa insektisidal, namun mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva *Spodoptera exigua*.

Bayam (*Amaranthus* sp.) sebagai tanaman pakan alternatif yang sesuai untuk pemeliharaan larva *Spodoptera exigua* di laboratorium karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup, tekstur daun lunak, serta relatif rendah kandungan senyawa toksik terhadap serangga (Vajri *et al.*, 2021). Penggunaan bayam sebagai pakan alternatif diharapkan dapat meminimalkan pengaruh senyawa luar terhadap mortalitas larva, sehingga efek bioinsektisida *Bacillus spp* dapat lebih objektif dan valid.

Bacillus sp. juga dilaporkan mampu mengganggu perkembangan instar larva *Plutella xylostella*, menekan aktivitas makan dan memengaruhi proses pemilihan tanaman inang oleh imago betina untuk peletakan telur (Vajri *et al.*, 2021). Nelly

(2024) menyatakan bahwa isolat *Bacillus* sp., asal Sumatera Barat mampu menyebabkan kematian larva dengan gejala khas seperti tubuh menggelap, lemas, tidak makan, serta perubahan abnormal pada pupa dan imago. *Bacillus* sp, efektif dalam menginfeksi *Spodoptera frugiperda* (Kurniawati, 2024). Bahkan *Bacillus megaterium* dan *B. cereus* juga dilaporkan mampu menimbulkan mortalitas tinggi hingga 4,66 % terhadap *Spodoptera litura* (Agastya, 2017). Gejala larva *Spodoptera litura* yang terinfeksi pergerakannya menjadi lambat dan mengalami pembengkakan (Pujiastuti, 2019).

Beberapa penelitian tentang berapa konsentrasi yang efektif antara lain Kurniawati (2024) menemukan bahwa konsentrasi efektif bakteri endofit *Bacillus* sp. Bth-22 adalah 15 %, sedangkan Zaelani (2012) mencatat bahwa pengendalian insektisida *Bacillus thuringiensis* dengan konsentrasi 2 g/L merupakan perlakuan yang efektif untuk mengendalikan intensitas serangan hama *Plutella xylostella* pada tanaman kubis, Penelitian terbaru Yuwono *et al.*, (2025) melaporkan *Bacillus* spp. Isolat *Bacillus* Bcz 16 dengan dosis 35ml/polybag mampu menekan masa inkubasi selama 21 hari dan intensitas serangan penyakit moler 37,78%. Pada perlakuan yang sama *Bacillus* Bcz 20 dengan dosis 35ml/polybag mampu menekan inkubasi selama 19 hari dengan intensitas serangan 41,13%. Selain itu, isolat *Bacillus* Bcz 20 dengan konsentrasi 10^9 CFU/ml pada dosis 20 ml/ tanaman juga terbukti efektif menunda masa inkubasi penyakit layu fusarium pada cabai rawit hingga 7 hari lebih lama dibanding kontrol serta menekan intensitas penyakit secara signifikan (Zacky *et al.*, 2024). Hasil uji in vitro juga memperlihatkan bahwa *Bacillus* Bcz 20 menunjukkan sifat bakterisida terhadap *Ralstonia solanacearum* dengan zona hambat sebesar 34,2 mm (Zinidin, 2022). Penelitian lain oleh Setiawan *et al.*, (2025) menyatakan isolat *Bacillus* Bcz 20 dengan kerapatan 10^9 CFU/ml dapat menghambat pertumbuhan *Pyricularia oryzae* sebesar 25,88 % , Choi *et al.*, (2023) menyatakan *Bacillus veleznis* CE 100 menyebabkan

kematian larva lalat hingga 85,5 %, Sejalan dengan hasil tersebut, Al-azzazy *et al.*, (2020) juga menguji efektivitas *Bacillus subtilis* ($2,47 \times 10^8$ CFU/ml) dan *Bacillus qassimus* ($3,3 \times 10^8$ CFU/ml) terhadap *Tetranychus urticae* yang menginfeksi pada tanaman terong, dan dilaporkan bahwa tujuh hari setelah perlakuan populasi tungau menurun masing - masing sebesar 72,22 dan 70,74 %. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menegaskan bahwa Isolat Bcz 16 dan Bcz 20 memiliki potensi besar sebagai koleksi *Bacillus* sp. lokal yang efektif, tidak hanya dalam pengendalian serangga hama tetapi juga patogen tular tanah pada berbagai komoditas pertanian.

Potensi *Bacillus* sp., sangat besar, namun terdapat kekosongan data mengenai bagaimana bakteri ini bekerja secara fisiologi terhadap jaringan tubuh serangga, terutama melalui analisa histopatologi dan senyawa aktif yang dihasilkannya. Padahal, pemahaman yang mendalam terhadap mekanisme infeksi dan komponen bioaktifnya sangat penting untuk mendukung pengembangan bioinsektisida yang efektif dan spesifik.

Senyawa kimia atau racun yang terkandung dalam *Bacillus* sp., serta perubahan yang terjadi pada larva sebelum dan sesudah terinfeksi, maka diperlukan analisa dengan metode yang tepat. Analisa yang dapat digunakan antara lain adalah metode HPLC (*High performance liquid Chromatography*) dengan reaksi pascakolom menggunakan ninhidrin yang memungkinkan identifikasi menggunakan alat High – Speed Amino Acid Analyzer disamping itu metode FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) juga dapat dimanfaatkan untuk mengenali senyawa berdasarkan pola serapan sinar inframerah oleh ikatan kimia yang terdapat dalam struktur molekulnya (Bendrianis, 2024). Kedua metode ini memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai komponen kimia yang terlibat dalam interaksi antar bakteri dan inangnya. Namun

masih belum banyak informasi yang dilaporkan mengenai efek histopatologi *Bacillus subtilis* pada larva.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengajukan penelitian mengenai efektivitas *Bacillus* spp. isolat Bcz 16 dan *Bacillus* sp. isolat Bcz 20 sebagai bioinsektisida terhadap larva *Spodoptera exigua* study Bioassay, histopatologi usus tengah dan analisa senyawa aktif.

1.2. Perumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian Efektivitas *Bacillus* sp., sebagai Bioinsektisida terhadap Larva *Spodoptera exigua*, Studi Bioassay, Histopatologi Usus Tengah, dan Analisis Senyawa Aktif ini adalah :

1. Berapa konsentrasi bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 paling efektif dalam membunuh *Spodoptera exigua* ?
2. Bagaimana cara kerja bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 dalam membunuh *Spodoptera exigua* ?
3. Senyawa apa sajakah dalam bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 yang dikeluarkan saat menginfeksi *Spodoptera exigua* ?
4. Bagaimana histopatologi usus tengah pada *Spodoptera exigua* yang terinfeksi bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian Efektivitas isolat *Bacillus* sp. Bcz 16 dan *Bacillus* Bcz 20 sebagai Bioinsektisida terhadap Larva *Spodoptera exigua*, Studi Bioassay, Histopatologi Usus Tengah, dan Analisis Senyawa Aktif ini memiliki beberapa tujuan :

1. Mengetahui konsentrasi bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 yang paling efektif dalam membunuh *Spodoptera exigua*.
2. Mengetahui cara kerja bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 saat menginfeksi *Spodoptera exigua*.

3. Mengetahui senyawa apa saja yang ada dalam bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20 saat menginfeksi *Spodoptera exigua*.
4. Mengetahui histopatologi usus tengah pada *Spodoptera exigua* yang terinfeksi bakteri *Bacillus* sp. isolat Bcz 16 dan Bcz 20.

1.4. Manfaat Penelitian

Spodoptera exigua merupakan salah satu hama utama tanaman bawang merah di Jawa Timur, Pengendalian kimiawi selalu dilakukan petani dalam mengendalikan Organisme Pengganggu Tumbuhan pada bawang merah, Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu rekomendasi pengendalian ramah lingkungan untuk mengendalikan *Spodoptera exigua* di Jawa Timur.