

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Bawang merah dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, obat-obatan, dan bahan baku industri (Kementerian Pertanian, 2019). Permintaan bawang merah di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri pengolahan makanan. Produksi bawang merah di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 1,39 juta ton, dengan luas panen mencapai 171.862 hektar dan produktivitas sebesar 8,09 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2021).

Kebutuhan yang tinggi akan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) tidak terlepas dari berbagai manfaat yang dimilikinya. Sebagai bahan pangan, bawang merah tidak hanya berfungsi sebagai bumbu penyedap, tetapi juga mengandung sejumlah senyawa kimia yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti quersetin, flavonoid, saponin, polifenol, dan alkaloid (Edy et al., 2022). Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kesehatan secara keseluruhan.

Komposisi gizi bawang merah per 100 gram menunjukkan nilai nutrisi yang signifikan. Kandungan energi mencapai 72 kkal, dengan komponen utama terdiri dari 79,80 g air, 16,80 g karbohidrat, dan 7,87 g gula total. Selain itu, bawang merah juga mengandung 3,2 g serat total, 2,5 g protein, dan 0,1 g lemak total. Dalam hal vitaminnya, bawang merah kaya akan vitamin C (31,2 mg), serta menyediakan vitamin B kompleks, termasuk 0,20 mg vitamin B1, 0,11 mg vitamin B2, 0,7 mg vitamin B3, 1,235 mg vitamin B6, dan 3 µg vitamin B9. Mineral yang terkandung dalam 100 g bawang merah juga cukup beragam, yaitu 181 mg kalsium, 1,7 mg zat besi, 25 mg magnesium, 153 mg fosfor, 401 mg kalium, 17 mg natrium/sodium, 1,16 mg seng, dan 14,2 µg selenium (Aryanta, 2019).

Produksi bawang merah nasional cenderung meningkat, namun produktivitas masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan potensi hasil yang dapat dicapai. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas bawang merah adalah penggunaan bibit yang kurang berkualitas dan penerapan teknologi budidaya yang belum optimal (Kementerian Pertanian, 2019). Upaya peningkatan produktivitas bawang merah dapat dilakukan melalui penerapan teknologi budidaya yang tepat, seperti penggunaan bibit unggul, pemupukan yang seimbang, dan pengendalian hama dan penyakit. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah penggunaan bakteri sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman.

Bakteri *Bacillus* sp. merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat berperan sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menekan pertumbuhan patogen, meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan memacu pertumbuhan tanaman (Aloo et al., 2019). Selain itu, bakteri *Bacillus* sp. juga dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Borriss, 2022).

Pemanfaatan bakteri *Bacillus* sp. dapat diaplikasikan secara tunggal maupun dikombinasikan. Isolat bakteri yang menunjukkan kemampuan kompatibilitas dapat digunakan sebagai isolat yang dikombinasikan dengan isolat bakteri pemanfaatan agen mikrobiologis sebagai salah satu agen pengendalian, dengan menggunakan agen mikrobiologis merupakan salah satu alternatif terbaik karena aman bagi kesehatan dan tidak menyebabkan terjadinya

pencemaran lingkungan (Yanti et al., 2019). Pada jaringan tanaman terdapat banyak jenis bakteri yang hidup dan memiliki peran yang dapat menguntungkan untuk tanaman tersebut, salah satunya adalah bakteri *Bacillus* sp.

Bakteri *Bacillus* sp. dapat menghasilkan fitohormon, nitrogen, zat antagonis dan enzim yang memainkan peran penting dalam tanaman untuk merespon lingkungan sekitar (Zhang et al., 2019). Selain itu, juga mempunyai kelebihan untuk melarutkan fosfat, mampu memfiksasi N serta mensintesis fitohormon IAA dan dapat meningkatkan pertumbuhan serta produksi dari tanaman. Bakteri *Bacillus* sp. juga memiliki sifat menguntungkan bagi inang, karena dapat meningkatkan respon imun dan resisten terhadap infeksi bakteri patogen, serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Hal ini didukung oleh pernyataan Hasil penelitian (Aloo, et al., 2019), menunjukkan bahwa inokulasi spesies tunggal dan konsorsium meningkatkan pertumbuhan tanaman masing-masing sebesar 29% dan 48%, serta remediasi polusi masing-masing sebesar 48% dan 80%, dibandingkan dengan perlakuan yang tidak diinokulasi. Kami mengungkapkan mekanisme potensial yang berkontribusi terhadap efektivitas inokulasi konsorsium, yang terkait dengan keragaman inokulan dan efek sinergis antara inokulum yang sering digunakan (misalnya, *Bacillus* dan *Pseudomonas*).

Inokulasi bakteri *Bacillus* sp. dapat mempengaruhi respon tanaman pada berbagai varietas bawang merah. Dimana setiap varietas bawang merah memiliki karakteristik yang berbeda, seperti tingkat adaptasi, toleransi terhadap cekaman, dan potensi hasil (Suryanto et al., 2020). Oleh karena itu, pengujian efektivitas inokulasi bakteri *Bacillus* sp. pada beberapa varietas bawang merah perlu dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil yang optimal.

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan bakteri *Bacillus* sp. sebagai agen biokontrol dan pemacu pertumbuhan tanaman bawang merah telah banyak dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi bakteri *Bacillus* sp. pada bibit bawang merah dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Nurhayati et al., 2019; Suryanto et al., 2020). Bakteri *Bacillus* sp. dapat meningkatkan serapan hara, produksi hormon pertumbuhan, dan ketahanan tanaman terhadap patogen (Suryanto et al., 2020). Namun, belum ada penelitian yang mengkaji lebih lanjut terkait dengan efektivitas penggunaan bakteri *Bacillus* sp. dalam meningkatkan produktivitas bawang merah terutama pada kondisi lingkungan yang berbeda. Selain itu, informasi mengenai mekanisme kerja bakteri *Bacillus* sp. dalam memacu pertumbuhan dan hasil bawang merah juga masih perlu dieksplorasi lebih dalam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan produksi dari tiga varietas bawang merah dengan inokulasi bakteri *Bacillus* sp.

1.2 Landasan Teori

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang telah lama dibudidayakan oleh petani secara intensif. Bawang merah dapat dibudidayakan dengan dua jenis yakni dengan cara vegetatif dan generatif. Cara vegetatif dengan umbi lapis sedangkan dengan generatif dengan menggunakan biji. Petani lebih sering menggunakan umbi lapis atau umbi konsumsi sebagai bahan tanam karena penanamannya lebih mudah dan waktu panen lebih cepat yaitu sekitar 53-60 hari tergantung varietas yang digunakan. Cara generatif memiliki beberapa keuntungan antara lain : kebutuhan tanam biji lebih sedikit biaya penyediaan lebih murah, penyimpanan benih lebih mudah , dan murah untuk didistribusikan, variasi mutu benih rendah dan produktifitasnya tinggi (Jasmi et.al., 2023).

Penggunaan varietas yang berkualitas akan sangat memengaruhi pertumbuhan dan produksi bawang merah, baik yang dibudidayakan menggunakan bahan tanam umbi maupun perbanyakkan melalui biji botani. Keberhasilan produksi biji botani bawang merah dipengaruhi oleh kemampuan setiap varietas untuk menghasilkan bunga dan membentuk kapsul (Nurjanani et al., 2022). Penelitian Awami et al. (2019), melaporkan bahwa karakteristik varietas tanaman bawang merah yang menjadi pertimbangan paling penting petani untuk dijadikan bahan tanam adalah umur panen yang lebih cepat dan produksi yang tinggi. Indonesia memiliki berbagai varietas bawang merah yang secara resmi telah dilepas oleh Kementerian Pertanian dan dilaporkan memiliki potensi produksi yang tinggi, beberapa di antaranya adalah varietas Bauji Lokana, Maserati.

Bawang Merah Varietas Bauji

Varietas unggul bawang merah yang dikenal dengan nama Bauji telah dirilis oleh BBTP dengan. Varietas ini memiliki karakteristik sebagai berikut: Varietas ini memulai masa berbunga pada umur 45 hari setelah tanam dan dapat dipanen pada usia 58-60 hari setelah penanaman. Saat memasuki masa panen, sekitar 60% batangnya menjadi lemas. Potensi hasil yang dapat diperoleh mencapai 18 ton per hektar. Tinggi tanaman berkisar antara 35-43 cm. Bobot per umbinya berkisar antara 6-10 gram. Setiap rumpun dapat menghasilkan 8-11 atau lebih umbi. Bentuk umbi varietas ini adalah bulat lonjong dengan warna merah keunguan yang memiliki aroma sedang tanpa bau yang menyengat. Daunnya berbentuk silindris dan berlubang, dengan sekitar 40-45 helai daun per rumpun, berwarna hijau. Bunga varietas ini memiliki bentuk seperti payung dengan warna putih. Setiap tangkai dapat menghasilkan 75-100 buah, dan setiap tangkai bunga memiliki 115-150 bunga. Rata-rata ada 2-5 tangkai bunga per rumpun. Bawang merah ini berbentuk bulat, gepeng, berkeriput, dan berwarna hitam. Umbinya dapat disimpan dengan baik selama 3 hingga 4 bulan, dengan tingkat susut bobot mencapai 25% (basah-kering). Varietas Bauji ini toleran terhadap serangan penyakit *Fusarium* sp dan memiliki tingkat ketahanan yang cukup terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura*). Varietas ini juga memiliki adaptasi yang baik untuk musim hujan (Baswarsiati, 2019).

Bawang Merah Varietas Lokana

Varietas Lokana merupakan varietas bawang merah yang berasal dari Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan tepatnya dikembangkan di wilayah Kecamatan Uluere, Eremerasa dan Tompobulu, Kabupaten Bantaeng dengan potensi produksi lebih dari 20 ton/ha dan dapat tumbuh dengan baik mulai dari dataran medium sampai dataran tinggi (Muhono, 2019). Varietas

Lokana dilepas oleh Kementerian Pertanian dengan ciri meliputi tinggi tanaman berkisar 36,50-51,50 cm, jumlah daun per rumpun 25-132 helai, bentuk bunga seperti payung berwarna putih dengan kemampuan berbunga alami yang relatif rendah, umur panen umbi 80-95 HST, umbi berbentuk bulat atau elips, berat per umbi 14,50-22,40 gram dengan 6 diameter 3,30-4,60 cm dan produksi mencapai 11,64-22,18 ton/ha umbi kering.

Bawang Merah Varietas Maserati

Bawang merah maserati merupakan varietas bawang merah yang menghasilkan umbi besar, warna merah yang bagus, dan memiliki cita rasa yang pedas. Varietas ini berasal dari introduksi Belanda yang dapat beradaptasi baik pada dataran rendah (Karo dan Fatiani, 2020). Jenis bawang ini juga dapat digunakan untuk penyimpanan jangka pendek maupun jangka panjang. Varietas ini memiliki sistem perakaran yang sangat kuat sehingga dapat bertahan dalam periode kering yang singkat. Daun yang dimiliki varietas ini tergolong tegak dan tebal sehingga memberikan toleransi alami terhadap jamur dalam kondisi basah. Umbi yang dihasilkannya berukuran besar, berwarna ungu terang dan mengkilap, beraroma kuat, berbentuk pipih agak bulat, serta mudah dikupas. Masa panen umbi sekitar 76-89 hari setelah ditanam dengan potensi hasil sekitar 24-28 ton/ha. Bobot rata-rata umbi bawang merah maserati adalah sekitar 3,30-3,33 g/buah. Kebutuhan benih per hektar sekitar 990 sampai 998 g/ha (Matius et al., 2021).

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana Interaksi antara varietas dan bakteri *bacillus* sp terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah dari umbi?
2. Bagaimana respon tiga varietas bawang merah dengan pemberian bakteri *bacillus* sp dalam pertumbuhan dan produksinya?

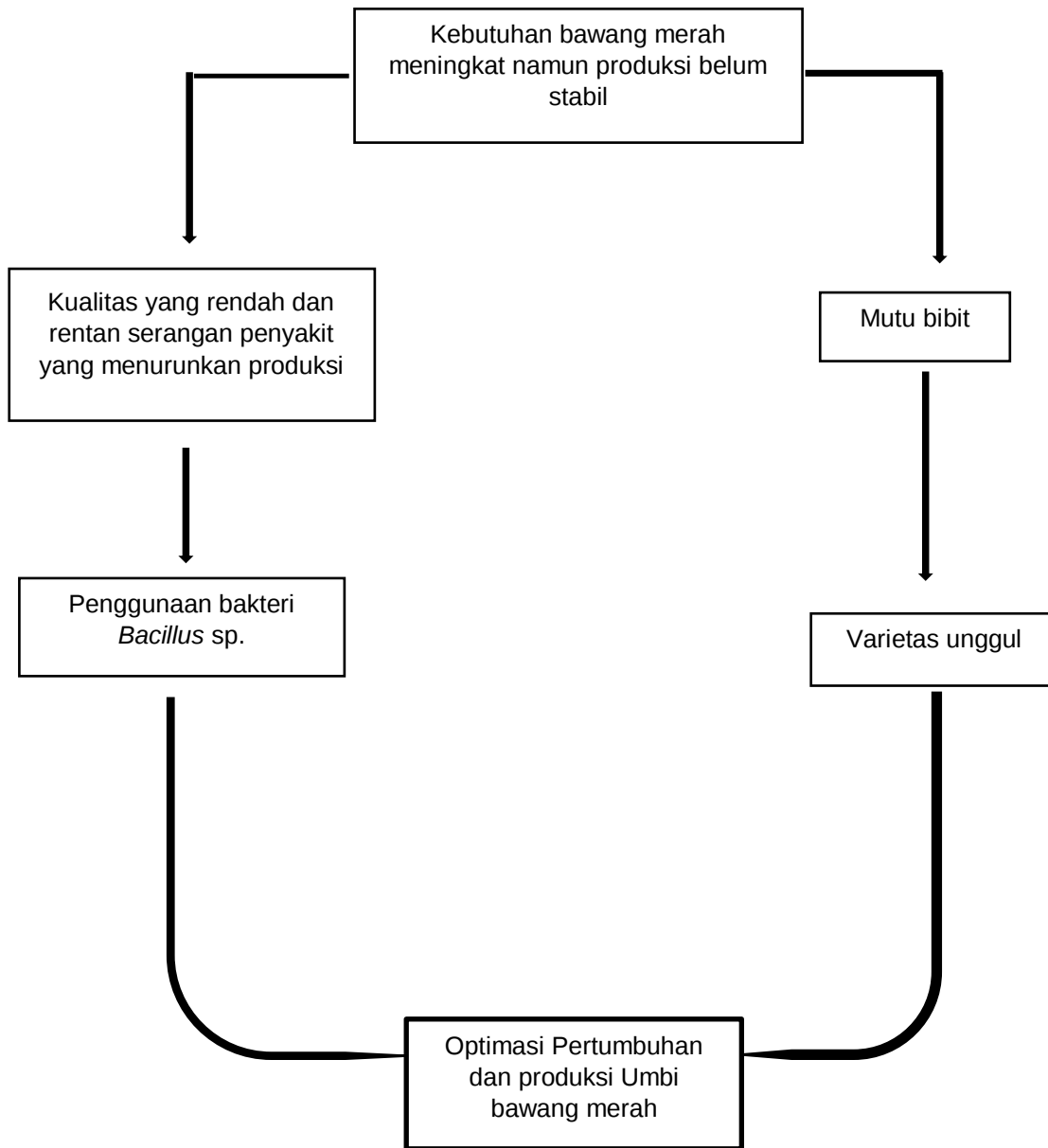
1.4 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi antara varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dan bakteri *bacillus* sp terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah dari umbi. Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat dijadikan rekomendasi serta bahan informasi bagi pihak yang membutuhkan terkait respon pertumbuhan dan produksi tiga varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan inokulasi bakteri *bacillus* sp serta dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara varietas bawang merah dan bakteri *Bacillus* sp. yang memberikan nilai terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi hasil tanaman bawang merah.
2. Terdapat satu atau lebih varietas bawang merah yang memberikan nilai terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi hasil bawang merah
3. Terdapat satu atau lebih dosis *Bacillus* sp. yang memberikan nilai terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi hasil bawang merah.

1.6 Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka pikir

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan di Dusun Loka Desa Bonto Marannu Kecamatan Uluere Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan dan Laboratorium Pemuliaan dan Nutrisi Benih, jenis tanah di Desa Bonto Marannu adalah tanah Latosol dengan tipe Iklim C dengan rata-rata curah hujan setiap tahunnya 1.503 mm/tahun. Suhu udara pada siang hari 20°C-30°C dan pada malam hari 15°C-18°C. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari 2024 sampai Agustus 2024

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, *knapsack sprayer*, penggaris, meteran, cangkul, patok, alat tulis cawan petri, oven, gelas ukur, beaker glass, spatula, waterbath, timbangan neraca analitik, tabung reaksi, gunting, pisau, jangka sorong, timbangan buah, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bawang merah varietas Lokana, Bauji dan Maserati, Bakteri *Bacillus* sp, pupuk kandang sapi, Pupuk urea, pupuk NPK 15:20, furadan bubuk, aquades, air, alkohol 96%, papan penanda, label, kertas map coklat, spidol.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian di susun dengan menggunakan rancangan petak terpisah dan rancangan acak kelompok sebagai rancangan lingkungan.

Petak utama adalah varietas bawang merah dan anak petak adalah bakteri *Bacillus* sp.

Petak utama adalah varietas Bawang Merah (V) terdiri atas:

v1= Varietas Lokana

v2= Varietas Bauji

v3= Varietas Maserati

Anak petak adalah Inokulasi Bakteri (B) terdiri atas:

b0= Kontrol 0 ml

b1= 20 ml/tanaman

b2= 22 ml/tanaman

b3= 23 ml/tanaman

v1b0	v1b1	v1b2	v1b3
v2b0	v2b1	v2b2	v2b3
v3b0	v3b1	v3b2	v3b3

Dengan demikian terdapat 9 kombinasi perlakuan, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, dengan demikian terdapat 27 unit percobaan.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari tahapan persiapan lahan dengan pasca panen dan pengeringan yang diuraikan sebagai berikut:

2.4.1 Persiapan Media Tanam dan Bibit

Areal penelitian yang akan digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran dan gulma. Kemudian dilakukan penyemprotan herbisida pra tanam yaitu Golma 240 EC yang bertujuan untuk menekan pertumbuhan gulma pada areal pertanaman. Selanjutnya membuat bedengan dengan ukuran 15 cm x 15 cm, tinggi 30 cm, jarak antar bedengan 30 cm dan jarak antar kelompok 50 cm

Bibit bawang merah yang digunakan adalah varietas Lokana, Bauji, dan Maserati yang diperoleh dari penangkar benih. Bibit yang digunakan adalah bibit yang telah melewati masa simpan dua bulan serta tampak titik tumbuh di akarnya. Sebelum penanaman, umbi bibit bawang merah dipotong di ujung sekitar $\frac{1}{4}$ bagian.

2.4.2 Pemupukan Dasar

Pemberian pupuk dasar dilakukan menggunakan pupuk NPK dengan dosis 50% rekomendasi (400 kg/ha) atau 200 kg/ha atau 0,8 g per lubang tanam atau tanaman (Sudantha et al., 2020). Pemberian pupuk dasar dilakukan sebelum penanaman benih bawang merah.

2.4.3 Penanaman

Pemupukan dasar dilakukan tiga hari sebelum tanam menggunakan pupuk kandang ayam dosis 10 ton/ha atau 2,7 kg/petak dan SP-36 dosis 280 kg/ha atau 25,2 g/petak. Tahap berikutnya melubangi sesuai dengan jarak tanam yang telah ditentukan dan melakukan pemasangan patok perlakuan pada masing-masing bedengan.

2.4.4 Proses Isolasi Bakteri *Bacillus* sp

Bahan yang digunakan untuk diisolasi adalah sampel tanah dari rhizosfer tanaman Leguminosae yang ada di sekitar Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang Surabaya. Sampel tanah rhizosfer yang digunakan berasal dari sembilan spesies anggota Leguminosae, yaitu *Mimosa diplotricha*, *Delonix regia*, *Crotalaria mucronata*, *Vigna sinensi*, *Pithecolobium saman*, *Arachis hypogaea*, *Cassia siamea*, *Sesbania grandiflora*, dan *Acacia auriculiformes*.

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media Nutrient Agar (NA), media Nutrient Borth (NB), media Pikovskaya dengan komposisi Glukosa 10 g, Ca_3HPO_4 5 g, $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$ 0,5 g, KCL 0,2 g, MgSO_4 0,1 g dan $7\text{H}_2\text{O}$ 0,1 g, ekstrak khamir 0,5 g, MnSO_4 25 mg, FeSO_4 25 mg dan agar bacto 20 g dalam 1 liter akuades (Astuti, 2008). Bahan yang digunakan untuk pewarnaan Gram meliputi crystal violet, iodine, safranin. Bahan untuk pewarnaan endospore berupa malakit hijau dan safranin. Untuk uji katalase menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%. Bahan lain yang digunakan adalah alkohol 95%, alkohol 70%, dan spiritus. Alat-alat yang digunakan selama penelitian adalah ose, tabung reaksi, cawan Petri, erlenmeyer, mikropipet, tip mikropipet, rak tabung reaksi, object glass dan cover glass, plastik wrap, kertas label, gunting, pembakar spiritus, oven, autoklaf, inkubator, refrigerator.

Isolasi *Bacillus* sp. menggunakan metode yang dilakukan oleh Astuti (2008). Sebanyak 1 gram sampel tanah dimasukkan ke dalam 9 ml larutan NaCl 0,85%. Sampel divorteks dan dipanaskan pada suhu 80°C 64°C selama 10 menit pada tekanan 1,02 atm, selanjutnya dilakukan pengenceran berseri sampai pengenceran 10⁻⁶. Masing-masing sebanyak 100 μl suspensi hasil pengenceran ditumbuhkan dengan Pour Plate Method menggunakan media NA.

Penanaman bakteri dilakukan secara duplo. Hasil pour plate selanjutnya diinkubasi selama 24 jam (Astuti, 2008). Koloni bakteri yang tumbuh kemudian dimurnikan dengan cara streak plate menggunakan media NA. Hasil pemurnian ditumbuhkan dalam tabung reaksi yang berisi media NA miring, diinkubasi selama 24 jam selanjutnya disimpan di refrigerator untuk stok isolat bakteri.

2.4.5 Aplikasi Bakteri *Bacillus* sp

Inokulasi bakteri *Bacillus* sp. pada umbi bawang dilakukan 7 HST dengan cara menyiramkan suspensi bakteri patogen tersebut dengan kerapatan populasi 10^8 cfu/ml sebanyak 20 ml/tanaman, 22 ml/tanaman dan 23 ml/tanaman. *Bacillus* sp. yaitu dengan cara menyiramkan suspensi bakteri antagonis tersebut ke tanaman.

2.4.6 Penyiraman

Penyiraman dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari dengan menggunakan selang. Apabila terjadi hujan, intensitas penyiraman hanya dilakukan 1 kali dalam satu hari atau menyesuaikan dengan kondisi areal penelitian.

2.4.7 Penyulaman

Penyulaman dilakukan ketika berumur 7 HST dengan cara mengganti tanaman yang mati atau pertumbuhannya kurang optimal menggunakan bibit bawang merah yang sebelumnya telah disiapkan.

2.4.8 Pemupukan

Pemupukan pada tanaman bawang merah menggunakan pupuk NPK, pemupukan dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada saat pemupukan dasar 3 hari sebelum tanam kemudian dilanjutkan pada saat tanaman berumur 14 dan 28 HST dengan dosis, 2 g/tanaman untuk setiap kali aplikasi. Aplikasi pupuk susulan berupa NPK dilakukan menggunakan metode kocor dengan volume 16,6 mL per tanaman untuk setiap kali aplikasi

2.4.9 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Pengendalian hama apabila berupa ulat dikendalikan secara manual menggunakan tangan dan pengendalian penyakit dilakukan dengan menggunakan fungisida Antracol 70 WP (b.a propinep 70%) dengan konsentrasi 1,5 g per liter air.

2.4.10 Panen

Pemanenan dilakukan ketika tanaman telah memasuki masa panen, dengan kriteria panen yaitu daun telah mengering 80%, batang semu mengulai, umbi telah terbentuk dengan sempurna, umbinya terlihat dipermukaan tanah, dengan warna yang kemerahan. Pemanenan dilakukan secara konvensional yaitu dengan melakukan pencabutan keseluruhan tanaman, hingga umbinya terangkat ke atas tanah, lalu dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang menempel.

2.4.11 Pengeringan

Pengeringan yang telah maksimal ditandai dengan kulit luar umbi bawang merah yang mudah terkelupas dan keseluruhan daunnya telah mengering. Pengeringan dilakukan setelah perhitungan bobot segar umbi.

2.5 Parameter Pengamatan

2.5.1 Pengamatan Morfologi

1. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang yang berbatasan dengan permukaan tanah sampai titik tumbuh atau ujung daun. Pengamatan dimulai saat tanaman berumur 20 hari setelah tanam (HST), 30, 40, 50 dan 60 HST.

2. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun yang tumbuh, dan dilakukan saat tanaman berumur 20 hari setelah tanam (HST), 30, 40, 50 dan 60 HST.

3. Jumlah Umbi per Rumpun

Jumlah umbi per rumpun dihitung saat panen. Jumlah umbi dihitung pada setiap tanaman sampel.

4. Bobot Brangkasian Segar (g)

Bobot umbi segar diukur dengan menggunakan timbangan digital, saat setelah pemanenan berlangsung. Keseluruh bagian tanaman menjadi objek yang diukur.

5. Bobot Brangkasian Kering (g)

Bobot brangkasian kering diukur dengan menggunakan timbangan analitik, setelah dilakukan pengeringan secara alami, selama 10 hari setelah panen. Keseluruh bagian tanaman menjadi objek yang diukur.

6. Diameter Umbi (mm)

Diameter umbi diukur setelah dilakukan pengeringan yang diukur menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan tepat pada bagian tengah umbi secara horisontal.

7. Analisis Relative Water Content

Daun tanaman tanaman sampel ditimbang menggunakan timbangan analitik sehingga diperoleh berat basah. Selanjutnya sampel direndam dalam aquades selama 36 jam, kemudian ditimbang kembali untuk menghasilkan berat jenuh. selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai renyah dan diukur berat kering. Kandungan air relative dihitung menggunakan rumus (Mullan, 2011 dalam Boy, 2022)

$$\text{Relative water content (RWC)} = \frac{\text{Berat basa (g)} - \text{Berat kering (g)}}{\text{Berat jenuh (g)} - \text{Berat kering (g)}} \times 100\% \quad (7)$$

8. Analisis Indeks Stabilitas

Daun tanaman sampel dicuci menggunakan aquades lalu dipisahkan bagiannya hingga didapatkan 0,05 g. daun tanaman sampel kemudian dimasukkan kedalam masing-masing dua set tabung reaksi yang berisi 10 ml aquades perlakuan suhu tinggi dilakukan dengan cara menempatkan tabung didalam waterbath dengan suhu 100°C selama 10 menit. Dan untuk perlakuan suhu yang kedua dipanaskan pada suhu 40°C selama 30 menit. Presentase kerusakan relatif di hitung dengan menggunakan rumus (Handayani, 2013)

$$\text{ISM} = \frac{1 - C_1}{21 - C_2} \times 100\% \quad (8)$$

2.5.2 Parameter Fisiologi

1. Klorofil a, b, total klorofil a dan b)

Pengambilan data klorofil daun menggunakan alat Content Clorofil Meter (CCM) pada tanaman yang telah ditetapkan sebagai tanaman sampel. Pengamatan data klorofil dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST dan dihitung dengan menggunakan rumus (Goncalves, 2008)

Parameter	Rumus: $y = a + b (CCI)^c$ (6)		
	A	B	C
Klorofil a	-421.35	375.02	0.1863
Klorofil b	38.23	4.03	0.88
Total klorofil	-283.20	269.96	0.277

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam menggunakan Microsoft Excel. Jika hasil analisis sidik ragam nyata, maka dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) dengan α 0,05.