

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayur – sayuran yang sangat diusahakan oleh petani pertumbuhannya karena komoditas ini merupakan salah satu komoditas yang termasuk dalam kelompok rempah yang berfungsi sebagai bahan masakan. Komoditas ini juga termasuk tanaman biofarmaka karena memiliki kandungan *flavonoid*, *quercentin* dan *quercentik* glikosida yang memiliki banyak manfaat dalam pencegahan maupun pengobatan berbagai penyakit. Bawang merah dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan dan obat tradisional karena mengandung senyawa allin dan allisin. Kandungan dalam 100 g bawang merah mencakup air 88 g; energi 46 kkal; protein 1,5 g; lemak 0,3 g; karbohidrat 9,2 g; abu 1 g; kalsium 36 mg; fosfor 40 mg; besi 0,8 mg; tiamin 0,03 mg dan vitamin C 2 mg (Wahyuni et al., 2021).

Seiring berjalannya waktu, permintaan bawang merah di Indonesia terus meningkat. Konsumsi bawang merah di Indonesia khususnya di kalangan masyarakat terus meningkat yaitu pada tahun 2017 mencapai 673,23 ribu ton dan pada tahun 2021 permintaan bawang merah mengalami peningkatan sekitar 17,44% (Alsyastry et al., 2024). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia (2023) data menunjukkan produksi bawang merah pada 4 tahun terakhir (2020–2023) mengalami peningkatan pada tahun 2020-2021 dan mengalami penurunan produksi di tahun 2022-2023. Pada tahun 2020, produksi bawang merah sebesar 1,81 juta ton, pada tahun 2021 mengalami peningkatan hingga mencapai 2,0 juta ton, tetapi pada tahun 2022 dan 2023 produksi bawang merah mengalami penurunan hingga 1,98 juta ton.

Permintaan bawang merah terus meningkat dikalangan masyarakat dikarenakan tanaman ini termasuk ke dalam komoditas utama sayuran di Indonesia karena mempunyai banyak manfaat. Bawang merah memiliki potensi pemanfaatan yang beragam sehingga di dalam kalangan masyarakat memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Komariah et al., 2024). Berdasarkan data dari the National Nutrient Database bawang merah memiliki banyak kandungan yang dibutuhkan oleh manusia yaitu kandungan karbohidrat, gula, asam lemak, protein dan mineral. Luta et al. (2020), menyebutkan bahwa terdapat banyak masyarakat yang membudidayakan bawang sendiri karena memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan bawang merah setiap hari khususnya di dalam rumah tangga cukup banyak, sehingga untuk mengurangi pengeluaran, banyak masyarakat mengatasi hal tersebut dengan cara peningkatan budidaya bawang merah.

Penelitian Suriadi et al. (2025), menunjukkan bahwa kontribusi tanaman bawang merah dalam memajukan perekonomian di kalangan masyarakat sangat signifikan berdasarkan dari meningkatnya pendapatan, produktivitas, penciptaan lapangan kerja, hingga mendorong pertumbuhan industri pendukung dan kemandirian pangan. Beberapa aspek tersebut menunjukkan bahwa betapa pentingnya budidaya bawang merah. Namun, komoditas ini sering mengalami permasalahan hasil produksi yang kurang baik yang diakibatkan oleh kurangnya benih yang bermutu. Di Indonesia para

petani umumnya menggunakan umbi dalam budidaya bawang merah sebagai bahan tanam karena dianggap lebih mudah serta tingkat keberhasilannya lebih tinggi. Tetapi, penggunaan umbi sebagai bahan tanam memiliki resiko yang cukup besar yaitu kurangnya kualitas benih yang dihasilkan, sehingga akan menyebabkan daya saing bawang merah di Indonesia akan menurun (Pangestuti dan Sulistyaningsih, 2011).

Perbanyakan tanaman bawang merah dilakukan secara vegetatif yaitu penanaman menggunakan umbi, namun memiliki beberapa kekurangan yaitu biaya produksi umbi bibit terlalu mahal, membutuhkan jumlah umbi yang banyak ($1,0\text{--}1,5\text{ ton ha}^{-1}$), dan rentan terhadap penularan penyakit (Utama et al., 2023). Budidaya bawang merah yang menggunakan umbi sebagai bahan tanam memiliki resiko lebih tinggi sehingga banyak petani yang beralih fungsi menggunakan bahan tanam yang berasal dari biji botani atau biasa disebut dengan *true shallot seed* (TSS) sebagai benih dalam membantu peningkatan hasil produksi.

True shallot seed (TSS) merupakan salah satu metode perbanyakan benih yang digunakan dalam budidaya bawang merah. Metode ini dapat digunakan untuk mengurangi biaya produksi, namun dapat meningkatkan produktivitas bawang merah secara signifikan. Putri et al. (2024), menyebutkan bahwa hasil panen dengan menggunakan metode TSS yaitu antara $36,2\text{--}42,5\text{ ton ha}^{-1}$. Penggunaan benih asal biji atau TSS memiliki keunggulan dibandingkan dengan menggunakan umbi yaitu penggunaan menggunakan umbi memerlukan $1\text{--}1,2\text{ ton ha}^{-1}$ sedangkan penggunaan benih asal biji botani lebih sedikit yaitu $2\text{--}3\text{ kg ha}^{-1}$ sehingga biaya yang digunakan lebih sedikit. Produktivitas bawang merah menggunakan TSS jauh lebih tinggi serta dapat menghasilkan tanaman yang sehat dan tidak mudah terserang hama maupun penyakit (Nurjanani et al., 2022).

Penanaman menggunakan biji tergantung pada varietas tanaman. Terdapat beberapa varietas yang dapat dijadikan benih yaitu salah satunya varietas Merdeka F1. Varietas ini merupakan varietas unggulan yang sering digunakan sebagai benih asal biji atau *true shallot seed*. Varietas Merdeka F1 merupakan salah satu varietas yang dikenal dengan varietas yang memiliki produktivitas yang bervariasi antara $18,89\text{--}26,77\text{ ton ha}^{-1}$, tahan terhadap penyakit layu fusarium dan antraknosa serta memiliki jumlah anakan yang banyak dan umbi yang besar dengan tercatat produksi umbi persatuan luas (Direktoral Jendral Hortikultura, 2023). Benih merupakan salah satu faktor yang menentukan produktivitas, namun beberapa petani tidak tertarik budidaya bawang merah menggunakan biji dikarenakan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan bahan tanam yaitu dengan memproduksi umbi mini bawang merah dengan pengaplikasian paclobutrazol dan kepadatan tanaman (Sudaryono, 2018).

Paclobutrazol merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang berperan dalam menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman yang diakibatkan oleh terhambatnya biosintesis giberelin. Prinsip kerja dari paclobutrazol adalah menghambat oksidasi antara kauren dan asam kaurenat yang terjadi pada sintesis giberelin. Proses tersebut akan menekan pertumbuhan batang tanaman, meningkatkan warna hijau daun, menghambat pembelahan dan pembesaran sel meristematis tanpa menyebabkan pertumbuhan yang abnormal (Cahyani et al., 2022). Penggunaan paclobutrazol pada tanaman bawang merah dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam penghambat pembesaran

umbi karena terhambatnya biosintesis protein sehingga tidak terjadi pembelahan sel pada tanaman bawang merah.

Pengaturan kepadatan tanaman berguna dalam memastikan tanaman dapat tumbuh dengan baik tanpa adanya kompetisi yang berlebihan. Pada penelitian Al-Amri dan Al-Abdaly (2021), menyatakan bahwa jarak tanam memiliki peranan penting dalam mengurangi kepadatan tanaman (jarak tanam yang besar) yang dapat membuat tanaman tumbuh dengan baik tanpa adanya kompetisi antar tanaman. Pada tanaman bawang merah, jarak tanam yang terlalu renggang akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang memicu terjadi kehilangan unsur hara akibat evaporasi. Sementara jarak tanam yang terlalu rapat akan menimbulkan persaingan yang sangat tinggi dalam pengambilan unsur hara, air dan penyerapan sinar matahari (Rahman et al., 2016). Hasil penelitian Prakoso dan Alpandari (2022) menunjukkan bahwa kepadatan yang tinggi dapat menghasilkan ukuran umbi cenderung kecil. Sementara pada kepadatan tanaman rendah maka memiliki hasil umbi yang berukuran besar. Utama et al. (2023), juga menyatakan bahwa semakin tinggi kepadatan populasi tanaman, maka semakin tinggi hasil produksi bobot basah umbi sehingga pada kepadatan populasi tanaman rendah hasil produksi umbi basah tergolong rendah. Hal tersebut dipengaruhi oleh penggunaan jarak tanam. Jarak tanam yang sempit akan menghasilkan peningkatan populasi tanaman dengan ukuran yang relatif kecil.

Menurut Yuniarti et al. (2022), bawang merah yang berasal dari biji botani kemudian ditanam dengan kerapatan 100-200 tanaman m^{-2} dapat menghasilkan atau memproduksi umbi bibit. Kepadatan yang sesuai untuk meningkatkan hasil produksi umbi mini bawang merah yaitu pada kepadatan 200 tanaman m^{-2} . Pada kepadatan tersebut dapat menghasilkan umbi yang berukuran kecil untuk mempertahankan kualitas dan dapat dijadikan sebagai benih dalam budidaya bawang merah (Zulfahmi et al., 2023). Namun, pada penelitian Oktavia (2025), didapatkan hasil bahwa kepadatan 300 tanaman m^{-2} dapat menghasilkan produksi umbi mini yang lebih banyak dibandingkan dengan kepadatan 100 dan 200 tanaman m^{-2} .

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang pertumbuhan dan produksi umbi mini bawang merah (*Allium ascolanicum* L.) asal biji pada kepadatan berbeda dan aplikasi paclobutrazol.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Bawang Merah

Bawang merah termasuk kedalam kelompok tanaman semusim yang merupakan komoditas penting pertanian yang ditandai dengan permintaan pasar pada setiap tahunnya mengalami peningkatan. Komoditas ini dianggap penting di kalangan masyarakat karena sangat dibutuhkan untuk melengkapi bumbu dapur dan sajian makanan lainnya (Ruhimat et al., 2023). Di Indonesia, bawang merah merupakan salah satu komoditas unggulan dibidang pertanian karena merupakan sayuran rempah yang dibutuhkan di seluruh dunia. Selain sebagai bahan campuran makanan, bawang merah dapat dijadikan sebagai obat tradisional dan dijadikan minyak atsiri. Pada penelitian Nabila et al. (2023), disebutkan bahwa para petani Indonesia telah berupaya untuk menjadikan usaha tani bawang merah dijadikan sebagai salah satu komoditas unggulan dibidang sayuran. Namun, tanaman ini rentan mengalami kegagalan diakibatkan oleh benih yang digunakan.

Tanaman bawang merah memiliki bentuk yang rumpun dan tumbuh tegak dengan tinggi sekitar 15-40 cm. Tanaman ini secara morfologi terdiri atas beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Memiliki daun warna hijau yang berbentuk silindris berlubang dengan ukuran 50-70 cm, dan letak daunnya berada pada tangkai yang relatif pendek. Bunganya berbentuk payung warna putih yang muncul dari ujung tanaman (titik tumbuh). Tanaman ini memiliki umbi yang berbentuk oval dan berwarna ungu/putih dengan akar serabut yang dangkal, bercabang dan tersebar. Batangnya berupa batang sejati atau *dicsus* seperti cakram, tipis, pendek dan ditempati melekatnya akar dan mata tunas, sedangkan batang semunya terletak diatas *dicsus* dan tersusun dari beberapa pelepah daun dan batang semu didalam tanah yang kemudian berubah bentuk dan fungsi sebagai umbi lapis (Sianipar et al., 2018). Tanaman bawang merah dapat tumbuh di dataran rendah hingga di dataran tinggi dengan ketinggian mulai dari 0–1.000 mdpl, namun hasil terbaiknya berada pada dataran rendah di bawah 450 mdpl. Tanaman ini sangat suka dengan panas matahari (minimal 70% cahaya) dengan suhu udara yang hangat antara 25–32°C dan udara yang tidak terlalu lembap. Tanaman ini membutuhkan tanah yang gembur, tidak tergenang air, kaya akan nutrisi alami, serta memiliki tingkat keasaman yang normal (pH 5,6–6,5) agar pertumbuhannya dapat lebih optimal (Anggara et al., 2023).

Umumnya, budidaya bawang merah dilakukan secara vegetatif yaitu menggunakan umbi. Budidaya menggunakan umbi memiliki beberapa kelemahan yaitu biaya pengadaan umbi benih terlalu tinggi, mutu umbi benih kurang terjamin, dapat menyebabkan penularan penyakit melalui tanah dari satu kegenerasi ke generasi berikutnya dan infeksi beberapa bakteri asal tanaman yang akan menyebabkan menurunnya produktivitas umbi bawang merah (Nursalma dan Maharijaya, 2024). Rosliani et al. (2021), menyatakan bahwa kelemahan dari perbanyakan tanaman menggunakan umbi dapat diatasi dengan perbanyakan melalui biji (TSS). Metode ini merupakan metode alternatif yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan kualitas biji. Metode ini dapat memenuhi kebutuhan dalam jumlah besar secara terus menerus.

Metode perbanyakan tanaman asal biji atau biasa dikenal dengan TSS merupakan salah satu solusi efektif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ketersediaan benih. Benih TSS memiliki keunggulan dalam penyimpanan yang praktis dan hemat tempat, serta lebih aman dari risiko penularan virus atau penyakit (Moeljani et al., 2020). Selain itu, penggunaan biji jauh lebih efisien dan hemat biaya karena hanya membutuhkan sekitar 4–6 kg per hektar, sangat kontras jika dibandingkan dengan penggunaan bibit umbi yang memerlukan hingga 1–1,5 ton per hektar (Faried et al., 2021). Namun, perbanyakan tanaman melalui biji juga memiliki daya tarik yang kurang terhadap para petani.

Para petani cenderung tidak tertarik membudidayakan bawang merah melalui biji dikarenakan perbanyakan tanaman melalui biji memerlukan waktu yang cukup lama sehingga perlu dilakukan pengembangan dengan membuat bibit umbi mini bawang merah yang berasal dari varietas lokal yang lebih tahan terhadap serangan penyakit sebagai benih yang dapat digunakan dalam perbanyakan tanaman. Dalam penelitian Sudaryono (2018), disebutkan bahwa jika dibandingkan antara perbanyakan tanaman melalui biji dengan perbanyakan menggunakan umbi, perbanyakan melalui biji lebih unggul karena kebutuhan benih yang digunakan lebih sedikit yaitu sekitar 3–6 kg ha⁻¹. Sementara jika menggunakan perbanyakan menggunakan umbi, kebutuhan umbi benih sekitar 1–1,5 ton ha⁻¹.

1.2.2 Umbi Mini

Umbi mini adalah hasil keturunan pertama yang dihasilkan oleh perbanyakan tanaman yang berasal dari *True Shallot Seed* (TSS). Umbi yang di hasilkan memiliki ukuran < 3 g/umbi. Umbi mini yang dihasilkan berasal dari biji botani (TSS) menjadi G0 (umbi mini TSS), kemudian diperbanyak menjadi G1, G2, G3 sebagai sumber benih (Khoiriyah et al., 2019). Penggunaan umbi mini sebagai bahan tanam memiliki keuntungan lebih tinggi yaitu hasil produksinya (kualitas dan kuantitas) dapat meningkat serta dapat mengurangi penggunaan benih umbi per hektar. Jika dibandingkan dengan pertanaman umbi konvensional dengan umbi mini sebagai bahan tanam, umbi lebih unggul dalam menghasilkan produksi yang lebih tinggi (Suhaelah et al., 2025). Penggunaan umbi mini sebagai bahan tanam banyak disukai oleh para petani karena lebih mudah dan lebih praktik. Selain itu, keuntungan lainnya yaitu dapat menghasilkan tanaman yang sehat, produksi umbinya lebih tinggi dibandingkan menggunakan umbi konvensional dan dapat mengurangi jumlah penggunaan umbi dalam satuan luas (hektar) sehingga pengangkutan dan penyimpanan lebih mudah (Sumarni dan Rosliani, 2013).

Umbi mini dapat dihasilkan dengan menggunakan jarak tanam yang rapat. Pengaturan jarak tanam yang sesuai sangat berperan penting dalam peningkatan hasil produksi umbi mini. Tingkat kerapatan tanaman yang tinggi dapat mempercepat pembentukan umbi, khususnya pada umbi mini. Namun sistem pertanaman yang terlalu rapat memiliki resiko yaitu tanaman tidak dapat membentuk umbi (Yuniarti et al., 2022). Pengaturan jarak tanam dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan ruang tumbuh optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Suhaelah et al., 2025). Dalam penelitian Sumarni dan Rosliani (2013), disebutkan bahwa salah satu teknik budidaya yang perlu diperhatikan yaitu pengaturan jarak tanam. Jarak tanam erat kaitannya dengan populasi tanaman dalam persatuan luas, persaingan antartanaman dalam penggunaan cahaya, air, unsur hara, dan ruang. Hal tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil umbi.

1.2.3 Paclobutrazol

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan salah satu hormon yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, zat pengatur tumbuh juga dapat menekan pertumbuhan tanaman seperti pada ZPT paclobutrazol. Paclobutrazol merupakan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam mengatur fase vegetatif dan generatif tanaman, serta juga berpotensi dalam membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas umbi bawang merah (Kumar et al., 2016). Paclobutrazol dapat membantu dalam menghambat pertumbuhan tanaman khususnya pada bawang merah yang akan mempengaruhi hasil dengan memperluas sistem perakaran serta meningkatkan penyerapan air dari lapisan tanaman yang lebih dalam. Proses pembentukan umbi bawang merah dipengaruhi oleh keseimbangan hormon, baik itu hormon perangsang maupun hormon penghambat. Sehingga pengaplikasian paclobutrazol harus diberikan dalam dosis yang tepat agar dapat menghasilkan kualitas maupun kuantitas yang diinginkan (Misrah et al., 2025).

Penggunaan paclobutrazol pada tanaman bawang merah mampu menghambat perpanjangan sel dan perpanjangan ruas sehingga akan menghambat pertumbuhan tanaman karena termasuk dalam ZPT triazol. Mekanisme kerja dari ZPT paclobutrazol yaitu dengan menghambat produksi giberelin dengan menghambat oksidasi kaurene menjadi asam kaurenat yang akan menyebabkan pengurangan kecepatan dalam

pembelahan sel, pertumbuhan vegetatif dan sebagainya. Paclobutrazol berfungsi dapat mempercepat fase generatif dengan cara menghambat giberelin sehingga pertumbuhan vegetatif terhambat. Hasil penelitian Salta et al. (2023), menunjukkan bahwa paclobutrazol tidak hanya menghambat pertumbuhan tanaman, tetapi dapat meningkatkan hasil fotosintesis yang akan mempengaruhi produksi.

Penggunaan konsentrasi paclobutrazol yang sesuai sangat berperan penting dalam membantu produktivitas umbi bawang merah. Dalam penelitian Elizani dan Sulistyaningsih (2019), paclobutrazol merupakan salah satu penghambat tumbuhan yang dapat digunakan untuk mengatur pertumbuhan tunas dan mentransfer energi fotosintesis ke pembentukan umbi. Pengaplikasian paclobutrazol dapat meningkatkan enzim pengangkut sukrosa yang berperan dalam translokasi sukrosa dari sumber ke tempat penyimpanan. Hal ini dapat menurunkan aktivitas klorofilase yang mengakibatkan terjadinya peningkatan sintesis sitokinin yang dapat mendukung dalam pembentukan umbi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi paclobutrazol yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil produksi yaitu konsentrasi 150 dan 300 ppm. Sementara konsentrasi 450 ppm menurunkan pertumbuhan yang mengakibatkan hasil produksi menurun. Salta et al. (2023), menyebutkan bahwa efektivitas pengaplikasian paclobutrazol tergantung dari konsentarsi dan waktu pengaliksaan.

1.2.4 Kepadatan Tanaman

Pengaturan kepadatan tanaman berguna dalam memastikan tanaman memiliki ruang yang cukup untuk tumbuh sehingga meminimalisis terjadinya persaingan antar tanaman. Penggunaan jarak tanam yang sesuai akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan menentukan hasil produksi. Jarak tanam yang lebih rapat akan mempengaruhi hasil produksi karena terjadinya persaingan antar tanaman dalam menyerap nutris tanah, cahaya dan air (Wang et al, 2024). Pada bawang merah, jarak tanam merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengontrol ukuran, bentuk, dan hasil umbi bawang merah. Kerapatan yang optimal atau kepadatan yang sesuai akan mempengaruhi hasil produksi yang lebih tinggi dengan ukuran umbi yang cukup besar (Marey et al., 2020).

Kepadatan tanaman merupakan salah satu faktor penentu dalam peningkatan hasil produksi. Umumnya, semakin tinggi kepadatan tanaman maka semakin tinggi hasil produksinya. Dalam penelitian Prathama et al. (2020), didapatkan hasil bahwa kepadatan tanaman secara signifikan sangat berpengaruh terhadap persentase tanaman hidup, bobot basah dan kering umbi kecuali susut bobot umbi pertanaman. Produksi umbi bawang merah yang tinggi dipengaruhi oleh jumlah populasi tanaman yang lebih padat. Pengaturan jarak tanam mampu meningkatkan populasi sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman. Pengaturan kepadatan tanaman yang sesuai dapat menentukan lingkungan tumbuhnya tanaman. Pada kerapatan 100 tanaman dapat memiliki jumlah daun yang lebih banyak dan tinggi, sedangkan pada kerapatan 200 tanaman dapat terjadi kompetisi dalam memperoleh kebutuhan hidup sehingga pertumbuhannya tidak optimal (Anggarayasa et al., 2018),

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pertumbuhan dan produksi umbi mini bawang merah terhadap pengaplikasian paclobutrazol dengan kepadatan tanaman berbeda. Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para peneliti dan para petani bawang merah dalam menentukan konsentrasi paclobutrazol, dan tingkat kepadatan tanaman yang tepat untuk menghasilkan umbi mini bawang merah dengan produksi yang optimal.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara paclobutrazol dan kepadatan tanaman yang memberi pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi umbi mini bawang merah
2. Terdapat satu tingkat konsentrasi paclobutrazol yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi umbi mini bawang merah
3. Terdapat satu tingkat kepadatan tanaman yang memberi pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi umbi mini bawang merah

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di *Teaching Farm*, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian terletak pada koordinat 5° 7'40.07"S 119° LS dan 119°28'48.94 BT di ketinggian 9 mdpl. Penelitian ini dilaksanakan mulai Mei – September 2025.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih bawang merah varietas Merdeka F1 (deskripsi varietas pada lampiran tabel. 1), paclobutrazol 95%, fungisida *Antracol* 70 WP, Fungisida Dithane M-45 80 WP, Fungisida AmistarTop 324 SC, herbisida Golma 24°EC, furadan, dolomit, pupuk kompos dan pupuk NPK dan ZA.

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari cangkul, meteran, *sprayer*, gembor, selang, ember, penggaris, spidol, patok, papan nama, jangka sorong, *refractometer*, spektrofotometer, amplop, tabung reaksi, rak tabung, timbangan analitik, timbangan analog, *cutter*, gunting, tali rafia, gelas plastik, kantong plastik, kamera digital, laptop, dan alat tulis menulis.

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam bentuk percobaan Rancangan Petak Terpisah (RPT) yang terdiri atas :

Sebagai petak utama yaitu paclobutrazol (P) yang terdiri atas 4 taraf perlakuan yaitu :

- p0 : Konsentrasi 0 ppm
- p1 : Konsentrasi 150 ppm
- p2 : Konsentrasi 300 ppm
- p3 : Konsentrasi 450 ppm

Sebagai anak petak yaitu kepadatan tanaman (K) yang terdiri atas 3 taraf perlakuan yaitu :

- k1 : 100 tanaman m⁻²
- k2 : 200 tanaman m⁻²
- k3 : 300 tanaman m⁻²

Berdasarkan jumlah perlakuan dari masing-masing faktor diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

p1k1	p2k1	p3k1	p4k1
p1k2	p2k2	p3k2	p4k2
p1k3	p2k3	p3k3	p4k3

Berdasarkan kedua faktor tersebut terdapat 12 kombinasi perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 kombinasi perlakuan.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap yang meliputi pengolahan lahan, penyemaian benih, penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan.

2.4.1 Pengolahan Lahan

Lahan terlebih dahulu dibersihkan dari gulma, setelah itu membuat 3 bedengan yang masing-masing terdiri atas 12 plot berukuran 1 m^2 dengan tinggi 30 cm menggunakan cangkul. Jarak antar plot yaitu 30 cm dan jarak antar bedengan yaitu 30 cm. Setelah pembuatan bedengan dilakukan pemupukan dasar menggunakan pupuk kompos dengan dosis 5 ton ha^{-1} atau setara dengan $0,5 \text{ kg m}^{-2}$. Kemudian melakukan penyemprotan herbisida pra tumbuh menggunakan golma 24°EC dengan konsentrasi 2 mL L^{-1} air yang disemprotkan pada setiap bedengan.

2.4.2 Penyemaian Benih

Benih bawang merah yang akan ditanam diberikan fungisida *Antracol* 70 WP dengan cara mencampur benih dengan fungisida kemudian diaduk rata dan ditiriskan lalu dikeringanginkan. Setelah itu membuat alur dengan jarak 10 cm dan kedalaman 2 cm, lalu tabur furadan sebanyak 1 g pada setiap alur, kemudian menanam benih bawang pada setiap alur yang telah dibuat, lalu menutup lubang tersebut. Semaian bawang merah disiram setiap pagi dan sore dan dipangkas hingga 10 cm saat tanaman berumur 20 HSS, 30 HSS, dan sebelum pindah tanam.

2.4.3 Penanaman

Bibit bawang merah yang berumur 45 hari setelah penyemaian, sebelum dipindah tanamkan dilakukan perendaman larutan paclobutrazol 95% dengan konsentrasi 0, 150, 300 dan 450 ppm selama satu jam. Setelah di rendam selama satu jam, bibit bawang merah dipindah tanam ke bedengan sesuai kepadatan tanaman per plotnya. Sebelumnya plot telah dibuatkan alur dengan jarak 10 cm per alur sehingga terdapat 10 alur dalam 1 plot. Penanaman bibit pada kepadatan 100 tanaman m^{-2} artinya dalam setiap alur terdapat 10 tanaman. Kepadatan 200 tanaman m^{-2} dalam setiap alur terdapat 20 tanaman. Kepadatan 300 tanaman m^{-2} dalam setiap alur terdapat 30 tanaman. Bibit yang ditanam minimal memiliki kriteria pertumbuhan yang baik dan memiliki minimal 3 helai daun.

2.4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman bawang merah yaitu melakukan penyiraman sebanyak 2 kali pada pagi dan sore hari hingga umur 60 HST dan mengurangi penyiraman sebanyak 1 kali sehari pada umur 60 HST hingga panen, melakukan penyulaman pada bibit bawang merah yang mati atau pertumbuhannya kurang baik yang diganti dengan menggunakan bibit tanaman yang tersisa dengan berumur 1 minggu setelah tanam. Selanjutnya melakukan penyiangan dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman sebanyak 1 kali seminggu dan yang terakhir yaitu pemupukan bawang merah dilakukan dengan menambahkan setengah dosis pupuk bawang merah sesuai anjuran (Kristiyanti, 2021), sehingga pupuk yang diaplikasi yaitu NPK 16:16:16 sebanyak 375 kg ha^{-1} setara dengan $37,5 \text{ g m}^{-2}$ untuk 3 kali aplikasi yaitu $12,5 \text{ g m}^{-2}$ dan ZA sebanyak 285

kg ha⁻¹ setara dengan 14,25 g m⁻² untuk 3 kali aplikasi yaitu 4,75 g m⁻² pada umur 15, 30, 45 HST.

2.4.5 Pemanenan

Pemanenan dilakukan ketika tanaman telah memenuhi kriteria panen yaitu umbi telah terbentuk dengan sempurna, umbinya telah 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.

2.5. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan diukur dan dihitung dengan cara sebagai berikut:

2.5.1 Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang yang berbatasan dengan permukaan tanah sampai ujung daun. Pengamatan dimulai saat tanaman berumur 20, 40 dan 60 HST.

2.5.2 Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun yang terbentuk sempurna, dan dilakukan saat tanaman berumur 20, 40 dan 60 HST.

2.5.3 Kandungan klorofil a, b, dan total daun (μmol mL⁻¹)

Pengamatan komponen klorofil daun pada umur 50 HST, dimana sampel daun segar diambil (2g) kemudian diekstraksi dalam 2 mL aseton dan disentrifugasi pada kecepatan (6000 rpm selama 10 menit). Supernatan 1 mL diambil dan dicampur dengan 3 mL aseton. Absorbansi ekstrak diukur pada 470 nm, 537 nm, 647 nm, 663 nm menggunakan spektrofotometer (Putri et al., 2021). Pengamatan komponen klorofil dengan menggunakan rumus (Sims and Gamon, 2002):

$$\text{Kandungan Klorofil a} = 0,01373A_{663} - 0,000897A_{537} - 0,003046A_{647}$$

$$\text{Kandungan Klorofil b} = 0,02405A_{647} - 0,004305A_{537} - 0,005507A_{663}$$

$$\text{Kandungan Klorofil total} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

2.5.4 Kandungan antosianin dan karotenoid daun (μmol mL⁻¹)

Pengamatan anthocianin daun pada umur 50 hst, dimana sampel daun segar diambil (2g) kemudian diekstraksi dalam 2 mL aseton dan disentrifugasi pada kecepatan (6000 rpm selama 10 menit). Supernatan 1 mL diambil dan dicampur dengan 3 mL aseton. Absorbansi ekstrak diukur pada 470 nm, 537 nm, 647 nm, 663 nm menggunakan spektrofotometer (Putri et al., 2021). Pengamatan antosianin daun dengan menggunakan rumus (Sims and Gamon, 2002):

$$\text{Kandungan antosianin} = 0,08173A_{537} - 0,00697A_{647} - 0,002228A_{663}$$

$$\text{Kandungan karotenoid} = \frac{(A_{470} - (\text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}) - 9,479 \times \text{Anthocianin})}{119,26}$$

2.5.5 Berat segar tanaman (g)

Berat segar tanaman ditimbang menggunakan timbangan digital, saat setelah pemanenan berlangsung. Tanaman yang telah dicabut kemudian dibersihkan dari tanahnya kemudian seluruh bagian tanaman yang dipanen menjadi objek yang diukur.

2.5.6 Berat segar umbi (g)

Berat segar umbi ditimbang saat setelah panen dilakukan. Bagian umbi bawang ditimbang tanpa daunnya.

2.5.7 Diameter umbi segar (cm)

Diameter umbi segar diukur saat setelah dilakukan pemanenan, yang diukur menggunakan jangka sorong.

2.5.8 Susut berat umbi (%)

Susut berat dilakukan dengan cara membandingkan berat segar tanaman dan berat tanaman setelah dikeringanginkan. Susut berat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut berat umbi} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

Berat awal yaitu berat segar umbi

Berat akhir yaitu berat keringangin umbi

2.5.9 Diameter Equitorial (cm)

Diameter equitorial diukur dengan cara membelah dua umbi bawang merah kemudian diukur menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari bagian tengah umbi yang paling lebar lalu di ukur secara mendatar (horizontal).

2.5.10 Diameter Polar (cm)

Diameter polar diukur diukur dengan cara membelah dua umbi bawang merah kemudian diukur menggunakan penggaris. Pengukuran mulai dari titik paling bawah (piringan akar) hingga titik paling ujung atas (pucuk).

2.5.11 Tebal Umbi (cm)

Tebal umbi diukur diukur dengan cara membelah dua umbi bawang merah kemudian diukur menggunakan penggaris. Pengukuran mulai dari batas pangkal umbi (tepat diatas akar) hingga ujung runcing umbi.

2.5.12 Rata-Rata Diameter Geometrik (cm)

Menurut Kaveri dan Thirupathi (2015), rata-rata diameter geometrik dihitung menggunakan rumus:

$$D_{gm} = \sqrt[3]{D_e D_p T}$$

Keterangan :

De (Diameter Equitorial)

Dp (Diameter polar)

T (Ketebalan umbi)

2.5.13 Rata-Rata Diameter Aritmetika (cm)

Menurut Bahnasawy et al. (2004), rata-rata diameter aritmetika dihitung menggunakan rumus:

$$D_{am} = \frac{(De + Dp + T)}{3}$$

Keterangan :

De (Diameter Equitorial)

Dp (Diameter polar)

T (Ketebalan umbi)

2.5.14 Indeks Bentuk

Menurut Bahnasawy et al. (2004), indeks bentuk dihitung menggunakan rumus:

$$IB = \frac{De}{\sqrt{Dp \times T}}$$

Keterangan :

De (Diameter Equitorial)

Dp (Diameter polar)

T (Ketebalan umbi)

Jika nilai > 1,5 (oval) dan < 1,5 (Spherical)

2.5.15 Total Padatan Terlarut Umbi (%)

Pengamatan padatan terlarut umbi dilakukan setelah dilakukan pemanenan, dimana sampel umbi segar diambil kemudian digerus hingga mengeluarkan ekstrak cairan, kemudian ekstrak tersebut diukur kandungan brix dengan alat refractometer.

2.5.16 Persentase tanaman hidup (%)

Persentase tanaman hidup (%) merupakan persentase dari jumlah tanaman yang masih hidup dan membentuk umbi dari total tanaman yang ditanam yang dihitung pada saat panen dengan rumus:

$$\text{Persentase tanaman hidup} = \frac{\text{Jumlah tanaman hidup}}{\text{Jumlah total keseluruhan tanaman}} \times 100\%$$

2.5.17 Grading Umbi (%)

Menurut Susilawati et al. (2023), kriteria ukuran umbi besar yaitu $\geq 2,0$ cm yang dihitung pada saat panen, dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan umbi besar} = \frac{\text{Jumlah umbi besar}}{\text{Jumlah umbi keseluruhan}} \times 100$$

Kriteria ukuran umbi sedang yaitu 1,5 – 2,0 cm yang dihitung pada saat panen dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan umbi sedang} = \frac{\text{Jumlah umbi sedang}}{\text{Jumlah umbi keseluruhan}} \times 100\%$$

Kriteria ukuran umbi mini yaitu $\leq 1,5$ cm yang dihitung pada saat panen dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan umbi mini} = \frac{\text{Jumlah umbi mini}}{\text{Jumlah umbi keseluruhan}} \times 100\%$$

2.5.18 Persentase Pembentukan Umbi (%)

Kriteria ukuran umbi tunggal yaitu memiliki satu umbi dalam satu tanaman, lalu dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan umbi tunggal} = \frac{\text{Jumlah umbi tunggal}}{\text{Jumlah tanaman}} \times 100\%$$

Kriteria ukuran umbi ganda yaitu memiliki dua umbi dalam satu tanaman, lalu dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan umbi ganda} = \frac{\text{Jumlah umbi ganda}}{\text{Jumlah tanaman}} \times 100\%$$

Kriteria ukuran umbi majemuk yaitu memiliki tiga atau lebih umbi dalam satu tanaman, lalu dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase pembentukan majemuk} = \frac{\text{Jumlah umbi majemuk}}{\text{Jumlah tanaman}} \times 100\%$$

2.5.19 Produksi per hektare (ton)

Berat per hektare dihitung berdasarkan total produktivitas umbi perpetak yang dikonversi dari kg m^{-2} ke ton ha^{-1} kemudian dikalikan dengan grading umbi (persentase pembentukan umbi besar, sedang, dan mini) untuk mengetahui produksi per hektar (ton) berdasarkan persentase pembentukan umbi besar, sedang dan mini.

2.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Apabila berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata (BNT) dengan $\alpha 0,05$.