

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi tanaman bawang merah

Bawang merah merupakan tanaman Spermatophyta dan berbiji tunggal, berumbi dan berwarna merah, perakaran semai hijau tua, berbentuk bulat panjang dan membentuk seperti pipa (Vebrita, 2016).

Menurut Tjitrosoepomo dalam Nanda dkk (2022), tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Liliales
Famili	: Liliaceae
Genus	: Allium
Spesies	: <i>Allium ascalonicum L.</i>

Secara morfologis bagian atau organ-organ penting tanaman bawang merah adalah sebagai berikut.

a. Akar

Perakaran pada bawang merah ini memiliki perakaran yang dangkal dan juga bercabang memencar, dengan kedalaman mencapai 15 sampai 30 cm dan tumbuh di sekitar umbi bawang merah.

b. Batang

Batang bawang merah memiliki batang sejati disebut diskus, yang memiliki bentuk hampir menyerupai cakram, tipis dan juga pendek sebagai tempat melekatnya akar dan juga mata tunas. Sedangkan bagian atas pada diskus ini terdapat batang semu yang tersusun atas pelepah-pelepah daun dan batang semu yang berada didalam tanah dan juga berguna untuk menjadi umbi lapis.

c. Daun

Daun bawang merah memiliki bentuk silindris kecil memanjang yang mencapai sekitar 50 sampai 70 cm, memiliki lubang dibagian tengah dan pangkal daun runcing. Daun bawang merah berwarna hijau muda hingga tua, dan juga letak daun ini melekat pada tangkai yang memiliki ukuran pendek.

d. Bunga

Tangkai bunga keluar dari ujung tanaman (titik tumbuh) yang panjangnya antara 30 sampai 90 cm, dan di ujungnya terdapat 50 sampai 200 kuntum bunga yang tersusun melingkar (bulat) seolah berbentuk payung. Tiap kuntum bunga terdiri dari 5 sampai 6 helai daun bunga yang berwarna putih, 6 benang sari berwarna hijau atau kekuning – kuning, 1 putik dan bakal buah berbentuk hampir segitiga. Bunga bawang merupakan bunga sempurna (hermaprodit) dan dapat menyerbuk sendiri atau silang.

e. Buah dan biji

Buah berbentuk bulat dengan ujungnya tumpul membungkus biji berjumlah 2 sampai 3 butir, bentuk biji agak pipih saat muda berwarna bening atau putih setelah tua berwarna hitam. Biji bawang merah dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif.

f. Anakan dan umbi

Pada pertumbuhan tanaman tumbuh tunas atau anakan, maka akan terbentuk beberapa umbi yang berhimpitan yang dikenal dengan istilah siung. Pertumbuhan siung biasanya terjadi pada perbanyakan bawang merah dari benih umbi dan kurang biasa terjadi pada perbanyakan bawang merah dan biji. Warna kulit umbi beragam, ada yang merah muda, merah tua, atau kekuningan, tergantung spesiesnya. Umbi bawang merah mengeluarkan bau yang menyengat.

2.1.2 Syarat tumbuh bawang merah

Bawang merah tidak tahan kekeringan karena sistem perakaran yang pendek. Sementara itu kebutuhan air terutama selama pertumbuhan dan pembentukan umbi cukup banyak. Di lain pihak, bawang merah juga paling tidak tahan terhadap air hujan, tempat-tempat yang selalu basah atau becek. Sebaiknya bawang merah ditanam di musim kemarau atau di akhir musim penghujan. Dengan

demikian, bawang merah selama hidupnya di musim kemarau akan lebih baik apabila pengairannya baik (Hardayati, 2022).

Tanaman bawang merah lebih cocok tumbuh di daerah beriklim kering. Tanaman bawang merah peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi, serta cuaca berkabut. Tanaman ini membutuhkan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran), suhu udara 25 sampai 32°C, dan kelembaban nisbi 50 sampai 70% (Kitri, Maulidi dan Agustina, 2023). Tanaman bawang merah dapat membentuk umbi di daerah yang suhu udaranya rata-rata 22°C, tetapi hasil umbinya tidak sebaik di daerah yang suhu udara lebih panas. Bawang merah akan membentuk umbi lebih besar bilamana ditanam di daerah dengan penyinaran lebih dari 6-8 jam. Di bawah suhu udara 22°C tanaman bawang merah tidak akan berumbi. Oleh karena itu, tanaman bawang merah lebih cocok tumbuh di dataran rendah dengan iklim yang cerah.

Di Indonesia bawang merah dapat ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Ketinggian tempat yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan bawang merah adalah 0 sampai 450 m di atas permukaan laut. Tanaman bawang merah masih dapat tumbuh dan berumbi di dataran tinggi, tetapi umur tanamnya menjadi lebih panjang 0,5 sampai 1 bulan dan hasil umbinya lebih rendah.

Tanaman bawang merah memerlukan tanah berstruktur remah, tekstur sedang sampai liat, drainase/aerasi baik, mengandung bahan organik yang cukup, dan reaksi tanah tidak masam (pH tanah : 5,6 sampai 6,5). Tanah yang paling cocok untuk tanaman bawang merah adalah tanah Aluvial atau kombinasinya dengan tanah Glei-Humus atau Latosol. Tanah yang cukup lembab dan air tidak menggenang cocok untuk tanaman bawang merah (Saputra dkk, 2021).

2.1.3 Kandungan gizi bawang merah

Meskipun bawang merah bukan merupakan bahan utama dalam masakan sehari - hari, namun bawang merah memiliki kandungan gizi yang dapat memberi nilai tambah dan melengkapi gizi menu utama yang dihidangkan. Kandungan dan nilai gizi bawang merah mentah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi bawang merah

Kandungan gizi	Nilai gizi per 100 g
Energi	46 kkal
Air	88 g
Karbohidrat	9,2 g
Protein	1,5 g
Abu	1 g
Lemak total	0,3 g
Natrium	7 mg
B-Karoten	2 mcg

Sumber : Nilaigizi.com (2018)

2.1.4 Pupuk hayati

Pupuk hayati adalah nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Pemakaian istilah ini relatif baru dibandingkan dengan saat penggunaan salah satu jenis pupuk hayati komersial pertama di dunia yaitu inokulan *Rhizobium* yang sudah lebih dari 100 tahun yang lalu (Hamidah, Cici, dan Isa, 2023).

Lasrin dalam Ayu (2018) mendefinisikan pupuk hayati sebagai bahan yang mengandung sel hidup atau galur sel mikroba yang memiliki kemampuan untuk menambat nitrogen dan melarutkan fosfat. Penggunaan pupuk ini biasanya dicampur dengan benih, tanah atau dengan kompos. Pengertian lain dari pupuk hayati adalah bahan yang mengandung mikroba dan bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah serta membantu pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas mikroba di dalam tanah.

Subba Rao dalam (Sriwahyuni, dan Putu, 2019) menganggap sebenarnya pemakaian inokulan mikroba lebih tepat dari istilah pupuk hayati. Definisi pupuk hayati adalah sebagai preparasi yang mengandung sel-sel dari strain-strain efektif mikroba penambat nitrogen, pelarut fosfat atau selulolitik yang digunakan pada biji, tanah atau tempat pengomposan dengan tujuan meningkatkan jumlah mikroba tersebut dan mempercepat proses mikrobial tertentu untuk menambah banyak ketersediaan hara dalam bentuk tersedia yang dapat diasimilasi tanaman.

Pengertian pupuk hayati (biofertilizer) adalah pupuk organik yang mengandung isolat berupa mikroba seperti mikroba penambat nitrogen (N_2), mikroba pelarut fosfat (P) atau mikroba perombak selulosa yang diberikan kepada biji, tanah maupun kompos dengan tujuan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penggunaan pupuk hayati memanfaatkan mikroba dalam mempercepat proses mikrobiologi untuk meningkatkan ketersediaan hara, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu pupuk hayati mampu mengaktifkan serapan hara oleh tanaman, mempercepat proses pengomposan, memperbaiki struktur tanah, dan menghasilkan substansi aktif yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Khotbawan, Heniyati dan Iin, 2015).

Suplai sebagian unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat dilakukan oleh bakteri yang terdapat dalam pupuk hayati yang melakukan aktivitas hidup dengan memanfaatkan kandungan bahan pembawa pupuk hayati tersebut, yang mempunyai kemampuan menambat N dari udara yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk kimia. Beberapa mikroba yang sering digunakan dalam pupuk hayati antara lain *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. untuk menambat N_2 dari udara tanpa harus bersimbiosis dengan tanaman. Ada juga *Aspergillus* sp. yang merupakan mikroba pelarut P yang sangat efektif dalam melepaskan ikatan P yang sukar larut. Keuntungan lain dari mikroba tersebut adalah peningkat ketersediaan hara serta pemantap agregat tanah. Berdasarkan penelitian Hidayati (2009), aplikasi pupuk hayati yang mengandung mikoriza dan bakteri penambat N, bakteri pelarut P dan bakteri pelarut K terbukti telah meningkatkan pertumbuhan jagung.

Pupuk hayati dibuat dengan menggunakan beberapa komponen dasar yaitu: (1) mikroba yang sesuai untuk suatu jenis pupuk hayati, (2) medium untuk perbanyak sel mikroba yang akan digunakan, (3) bahan pembawa (*carrier*) mikroba dan (4) bahan pengemas (*packaging materials*). (Yuwono, 2008). Persyaratan teknis minimal pupuk hayati menurut Kepmentan No. 261 tahun 2019 tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan teknis minimal pupuk hayati

No.	Parameter (Total sel hidup)	Syarat teknis sesuai bentuk pupuk hayati	
		Padat	Cair
1.	Bakteri*	$\geq 1 \times 10^8$ cfu/g bobot kering contoh	$\geq 1 \times 10^8$ cfu/ml
2.	Aktinomiset*	$\geq 1 \times 10^6$ cfu/g bobot kering contoh	$\geq 1 \times 10^5$ cfu/ml
3.	Fungi*	$\geq 1 \times 10^6$ cfu/g bobot kering contoh	$\geq 1 \times 10^5$ cfu/ml
4.	Uji Fungsional*: Penambat N. Pelarut P. Pelarut Unsur Hara Lain. Perombak Bahan Organik. Pembentuk Bintil Akar.	Positif Positif Positif Positif Positif	Positif Positif Positif Positif Positif
5.	Patogenitas Pada Tanaman	Negatif	
6.	<i>E. Coli</i> <i>Salmonella sp.</i>	$< 1 \times 10^3$ cfu atau MPN / g atau ml $< 1 \times 10^3$ cfu atau MPN / g atau ml	
7.	Logam berat** (ppm):		
	As	Maksimum 10	Maksimum 5,0
	Hg	Maksimum 1	Maksimum 0,2
	Pb	Maksimum 50	Maksimum 5,0
	Cd	Maksimum 2	Maksimum 1,0
	Cr	Maksimum 180	Maksimum 40
	Ni	Maksimum 50	Maksimum 10

Sumber: Kepmentan No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019

2.1.5 Bakteri *Azotobacter*

Azotobacter adalah bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang hidup bebas di tanah dan termasuk salah satu dari kelompok bakteri aerobik yang mengkolonisasi permukaan akar, tingginya volume akar berkontribusi dalam penyerapan air dan unsur hara. (Puspawati, Khamdan, dan Gusti, 2021). Kemampuan bakteri dalam menambat nitrogen dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: sumber energi dan mineral, keberadaan nitrogen yang terpakai, reaksi tanah dan faktor lingkungan yang lain, serta kehadiran bakteri tertentu. Faktor-faktor

eksternal yang mempengaruhi penambatan nitrogen adalah kelembaban tanah, pH tanah, sumber karbon, dan cahaya. Di samping itu jumlah bakteri penambat nitrogen pada perakaran, potensial redoks, dan konsentrasi oksigen juga dapat mempengaruhi aktivitas penambatan nitrogen (Rahmi, 2014).

Azotobacter memiliki ciri-ciri seperti sel yang berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerobik obligat dan mempunyai ukuran sel yang lebih panjang dari prokariot lainnya dengan diameter sel 2-4 μm atau lebih. Selain itu bakteri ini memiliki struktur khusus yang disebut dengan kista. Kista memiliki sifat seperti endospora yakni tubuh berdinding tebal, sangat reaktif dan resisten, tahan terhadap proses pengeringan pemecahan mekanik, ultraviolet dan radiasi ionik, walaupun bakteri ini bersifat aerobik, namun dapat tumbuh dengan kadar oksigen yang rendah. (Erfin, Natsir, dan lamalesi, 2016).

Bakteri *Azotobacter* adalah bakteri penambat nitrogen bebas (N_2 dari udara) yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh giberelin, sitokinin, dan asam indol asetat, sehingga dapat memacu pertumbuhan akar (Nosrati et al., 2014). *Azotobacter* yang telah diketahui atau dikenal antara lain: *A. chroococcum*, *A. beijerinckii*, *A. paspali*, *A. vinelandii*, *A. agilis*, *A. insignis* dan *A. Macrocytogenes*.

2.1.6. Pupuk Urea

Pupuk Urea adalah produk dari senyawa kimia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. pupuk padat berbentuk butiran bulat kecil (diameter lebih kurang 1 mm). Pupuk ini memiliki kadar N antara 45% - 46%. Cepat lambatnya perubahan bentuk dari Urea ke bentuk senyawa N yang dapat diserap oleh akar tanaman sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu keadaan populasi, aktivitas mikroorganisme, kadar air dari tanah, suhu tanah dan banyaknya pupuk Urea yang diberikan. Akan banyak N yang geram dengan medan selama pemungutan hasil tanaman secara besar- besaran. Pemberian N yang biasa digunakan untuk tanaman penghasil daun akan cukup bermanfaat untuk tanaman tersebut. Kadar N yang tinggi dalam tanah akan sangat menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Vidasari, Arif, dan Rosmeri, 2021).

2.2 Kerangka pemikiran

Produksi bawang merah dapat ditingkatkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pemupukan. Pemupukan berupa input pupuk N penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang merah. Unsur hara N merupakan bahan pembangun protein, asam nukleat, enzim, nukleoprotein, dan alkaloid. Tanaman yang mengalami gejala kekurangan unsur hara nitrogen dapat dilihat dari bagian bawah daun tanaman, daun tanaman akan mengalami perubahan warna menjadi kekuningan, hal ini dikarenakan daun tanaman mengalami kekurangan klorofil, apabila tanaman kekurangan klorofil maka proses fotosintesis pada tanaman dapat terganggu. Toksisitas unsur hara pada tanaman juga dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman di lapangan. Tanaman yang kelebihan nitrogen akan mengalami pertumbuhan yang abnormal, karena daun yang dihasilkan akan mengalami hijau yang pekat, tanaman akan banyak memproduksi daun dan batang akan menjadi mudah patah (Purba dkk, 2021). Pupuk N dosis tinggi tidak memberikan hasil yang signifikan terhadap produksi bawang merah. Produksi bawang merah meningkat hanya 32% jika pemberian pupuk N, dua kali lebih tinggi dari dosis sebelumnya. Dengan kata lain, pemberian pupuk dosis tinggi tidak menjamin peningkatan hasil (Dewi, 2019).

Pilihan penyedia nitrogen secara hayati adalah dengan memanfaatkan bakteri penambat nitrogen bebas seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Bakteri tersebut hidup bebas pada daerah perakaran dan jaringan tanaman. Peranan bakteri dalam memfiksasi nitrogen udara besar pengaruhnya terhadap nilai ekonomi tanah pertanian. Penggunaan bakteri ini berpotensi mengurangi kebutuhan N sintetik, meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani dengan masukan yang lebih murah (Widiyawati dkk, 2014).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa inokulasi *Azotobacter* dapat memperbaiki pertumbuhan dan tingkat serapan N tanaman tahunan seperti pada tanaman lada dan tanaman panili (Ruhnayat, 2007). Interaksi antara *Azotobacter* dan *Rhizobium* memiliki efek positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman legum, pada tanaman kacang hijau (Ara, Rokonuzzaman, dan Hasan, 2009). Menurut Lapanjang, Barus, dan Toago (2017) pemberian bakteri *Azotobacter* sp.

berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang akar, volume akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman, jumlah buah per tanaman, dan berat buah per tanaman pada tanaman cabai merah. Menurut Liferdi, Khaririyatun, dan Yufdy (2015) pemberian pupuk organik dan pupuk hayati berpengaruh terhadap hasil bobot umbi basah, bobot umbi kering dan susut bobot umbi bawang merah. Menurut Rachmadhani, Hariyono, dan Santosa (2018) pemberian *Azotobacter sp.* dan pupuk Urea mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. Menurut Indra, Khalimi, Alit (2021) pemberian *Azotobacter sp.* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk Urea sebesar 25-50% pada tanaman padi.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, maka kombinasi pupuk hayati bakteri *Azotobacter* dan pupuk Urea berpotensi dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil bawang merah.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut:

1. Kombinasi dosis pupuk hayati bakteri *Azotobacter* dan dosis pupuk Urea berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.
2. Diketahui kombinasi dosis pupuk hayati bakteri *Azotobacter* dan dosis pupuk Urea yang berpengaruh baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah..