

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Cabai rawit

Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan (taksonomi), cabai rawit diklasifikasikan dalam kategori berikut ini (Tim Agro Mitra Sejati, 2017).

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Subkelas : Asteridae
Bangsa : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : *Capsicum* L.
Spesies : *Capsicum frutescens* L.

Morfologi cabai rawit didukung oleh organ utamanya yang terdiri dari organ vegetatif dan generatif. Organ vegetatif meliputi akar, batang dan daun. Sedangkan organ generatif meliputi bunga, buah dan benih/biji yang berfungsi sebagai alat perkembangbiakan.

a. Akar

Sistem perakaran cabai termasuk ke dalam akar tunggang, yang terdiri dari akar primer, akar sekunder (akar lateral), dan akar tersier (serabut). Panjang akar primer biasanya anatra 35–50 cm, sementara panjang akar sekunder berkisar antara 35–45 cm (Zulkarnain, 2013). Akar ini biasanya berada dekat dengan permukaan tanah dan menyebar sejauh 30–59 cm. namun, akar ini juga bisa menembus ke dalam tanah hingga kedalaman 30–60 cm. Pada akar tanaman cabai terdapat banyak bintil-bintil kecil yang berfungsi untuk mencari sumber makanan dengan membantu menyerap unsur hara dari tanah. Di ujung akarnya, terdapat akar semu yang berfungsi mencari nutrisi dari dalam tanah (Tim Agro Mitra Sejati, 2017).

b. Batang

Tanaman cabai berdasarkan bentuknya termasuk ke dalam jenis tanaman perdu. Memiliki batang yang kaku, berbuku-buku, tidak berbulu, dan tumbuh tegak. Batangnya kokoh dengan tinggi 30–38 cm dan diameter 1,5–3 cm (tergantung varietas). Batang cabai rawit muda bersegi, tetapi setelah dewasa batangnya menjadi keras dan membulat. Tanaman ini umumnya memiliki tinggi antara 50–150 cm. Warna pada batang tanaman biasanya berwarna hijau tua ketika masih dalam keadaan produktif dan akan berwarna coklat ketika sudah tua (Purwono & Lentera, 2004).

c. Daun

Daun tanaman cabai rawit berukuran kecil dengan permukaan berbulu halus, memiliki bentuk bulat telur dengan panjang sekitar 5–12 cm dan lebar 1–1,5 cm. Ujungnya meruncing (*oblongus acutus*) dengan tangkai daun yang panjangnya berkisar antara 1 hingga 2,5 cm. daun-daun ini tersusun dalam pola spiral pada batang. Warna daun cabai rawit bisa sangat beragam tergantung iklim lingkungan tempat tumbuhnya. Umumnya, daun cabai rawit berwarna hijau muda (Zulkarnain, 2013).

d. Bunga

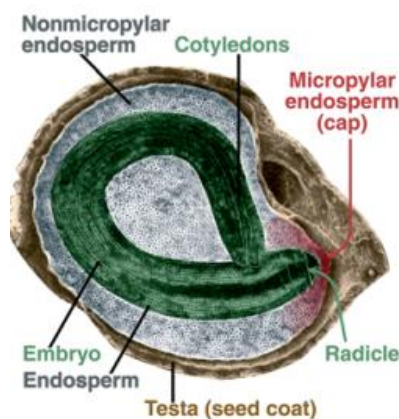
Bunga cabai adalah bunga sempurna yang menyerbuk sendiri, pada cabai rawit umumnya berbentuk seperti bintang. Bunga ini tumbuh di dekat daun dan bisa berwujud tunggal atau komunal. Biasanya, dalam satu tandan terdapat 2–3 bunga dan terdiri dari 5–6 helai mahkota (*petal*) berwarna putih atau ungu, dengan diameter antara 5–20 mm. Setiap bunga memiliki satu kepala putik (*stigma*) berbentuk bulat dengan enam helai benang sari (*filamen*), masing-masing ujungnya memiliki satu *anter* yang berisi serbuk sari (Tim Agro Mitra Sejati, 2017).

e. Buah

Buah cabai rawit adalah buah beri berbentuk polong dengan rongga antara plasenta dan dinding buah, saat muda, buah ini berwarna putih kehijau-hijauan sedangkan ketika matang berubah warna menjadi merah atau kuning dengan permukaan licin dan mengkilap, warna buah tersebut tergantung varietasnya. Buah cabai rawit tumbuh tegak ke arah langit (Purwono & Lentera, 2004).

f. Benih/biji

Benih cabai rawit berukuran kecil, berbentuk bulat pipih, berwarna putih atau krem melekat pada plasenta yang berwarna putih, jumlahnya banyak, dan tersusun berkelompok (bergerombol), serta saling melekat pada empulur (Zulkarnain, 2013). Benih cabai rawit termasuk ke dalam benih ortodoks yaitu benih yang memiliki kadar air yang rendah, dapat disimpan lama, serta dapat disimpan pada suhu dan kelembaban yang rendah (Yulia, dkk., 2021). Berikut merupakan struktur benih cabai rawit:



Gambar 1. Struktur Benih Cabai Rawit

Sumber: (Savage dan Metzger, 2006)

Menurut Savage dan Metzger (2006) struktur benih cabai terbagi menjadi tujuh bagian yaitu: endosperma non-mikropilar, kotiledon (bakal daun), radikula (bakal akar), testa (kulit biji), endosperma, embrio, dan endosperma mikropilar. Endosperma mikropilar merupakan bagian dari endosperma yang terletak di area mikropilar, yaitu tempat di mana radikula pertama kali muncul selama proses perkecambahan. Area ini sangat penting karena di sinilah pemecahan endosperma terjadi untuk memungkinkan radikula menembus dan memulai pertumbuhan tanaman baru, namun endosperma mikropilar ini dapat menghambat perkecambahan karena bersifat sebagai penghalang fisik yang sulit ditembus oleh radikula. Jika endosperma ini terlalu tebal atau terlalu keras, radikula akan kesulitan untuk menembusnya. Adapun embrio pada benih tersebut dikelilingi oleh dua lapisan penutup yaitu endosperma triploid (jaringan nutrisi) dan testa diploid. Pada beberapa spesies tanaman, endosperma dalam benih akan hilang selama

perkembangan benih dan nutrisinya akan dipindahkan ke kotiledon penyimpanan (Afandiyah dan Purnamaningsih, 2019).

2.1.2 Kemunduran benih

Benih adalah komponen utama dalam budidaya tanaman karena mengandung materi genetik dan kimiawi yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Materi genetik dalam benih akan mewarisi sifat-sifat dari induknya, baik itu sifat yang unggul maupun sifat negatifnya. Kandungan kimiawi dalam benih memengaruhi proses awal pertumbuhan tanaman. Jika kandungan kimiawi ini tidak optimal akibat kondisi pembentukan benih yang tidak mendukung, benih akan menghadapi kesulitan dalam pertumbuhannya (Desfajerin, 2022).

Kemunduran/deteriorasi benih adalah proses alami yang merugikan setiap jenis benih, dimulai segera setelah benih masak dan terus berlanjut selama penyimpanan. Copeland dan McDonald (2001) dalam Desfajerin (2022) menyatakan bahwa kemunduran benih adalah proses penurunan mutu fisiologis yang bertahap, kumulatif, dan tidak dapat diubah (*irreversible*) akibat perubahan fisiologis dan biokimia. Sedangkan Jyoti dan Malik (2013) mengemukakan bahwa deteriorasi benih dapat didefinisikan sebagai perubahan-perubahan merosot benih yang terjadi seiring waktu yang meningkatkan paparan benih terhadap tantangan eksternal dan mengurangi kemampuan benih untuk bertahan hidup. Deteriorasi benih menyebabkan penurunan kualitas benih seiring waktu, hal ini merupakan proses alami yang melibatkan perubahan sitologi, fisiologi, biokimia, dan fisik pada benih. Perubahan ini mengurangi viabilitas dan akhirnya menyebabkan kematian benih.

Gejala kemunduran benih meliputi perubahan morfologi seperti warna kulit benih yang menjadi lebih gelap dan nekrosis kotiledon, perubahan ultrastruktural (penggabungan lemak dan plasmalemma), serta ketidakmampuan benih untuk menahan metabolit seluler yang bocor saat imbibisi. Selain itu, kemunduran benih juga ditandai dengan hilangnya aktivitas enzim dan penurunan respirasi (Desfajerin, 2022). Saat kemunduran benih terjadi, proses katabolik ini tidak dapat dikembalikan lagi. Kemunduran benih diawali dengan serangkaian peristiwa biokimia, terutama kerusakan membran dan penurunan reaksi biosintetik. Hal ini

menyebabkan penurunan daya berkecambah, menurunnya perkecambahan di lapangan, peningkatan jumlah kecambah abnormal, dan akhirnya benih mengalami kematian. Hilangnya viabilitas ini menyebabkan perubahan kimia dan struktural yang tidak dapat dibalik pada komponen seluler (Walters, dkk., 2010).

Kemunduran benih bisa terjadi selama penanaman, pemanenan, dan penyimpanan. Selama penanaman, proses ini dimulai saat benih sudah masak fisiologis hingga dipanen. Lingkungan yang merugikan sebelum panen dapat menyebabkan kerusakan pada benih. Pada tahap panen hingga pasca panen, benih biasanya mengalami kerusakan fisik akibat cara panen, *processing*, dan transportasi yang tidak tepat (Jyoti dan Malik, 2013). Selama penyimpanan, terjadi perubahan fisiologis dan fisiokimia yang dikenal sebagai penuaan benih. Umumnya, penuaan benih ditandai dengan penurunan vigor, viabilitas, laju dan kapasitas perkecambahan, serta peningkatan kebocoran zat terlarut dan kerentanan terhadap stress, serta mengurangi toleransi penyimpanan dalam kondisi suboptimal (Nik, dkk., 2011).

2.1.3 Invigorasi

Benih yang mengalami deteriorasi atau kemunduran masih dapat dikecambahkan dengan perlakuan invigorasi. Nur, dkk. (2024) menyatakan bahwa benih yang mengalami kemunduran masih bisa digunakan sebagai bahan tanam dengan memberikan perlakuan khusus sebelum digunakan. Perlakuan ini dapat meliputi invigorasi dengan perendaman zat pengatur tumbuh (ZPT) atau penambahan fitohormon untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih yang telah mengalami kemunduran.

Untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih maka dapat dilakukan perlakuan *priming* dengan teknik invigorasi. Widiyanti dan Miftakhurrohmat (2016) menyebutkan bahwa metode invigorasi digunakan untuk memperbaiki viabilitas dan vigor benih yang menurun. Invigorasi adalah perlakuan fisik, fisiologis, dan biokimia untuk mengoptimalkan viabilitas benih sehingga dapat tumbuh cepat dan serempak pada kondisi seragam. Invigorasi diartikan sebagai perlakuan pendahuluan pada benih melalui pengontrolan imbibisi air oleh potensial air yang rendah dari media imbibisi. Dengan invigorasi diharapkan dapat

memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah pada benih yang mengalami kemunduran.

Invigorasi benih merupakan teknik alternatif yang digunakan untuk meningkatkan kualitas fisiologis benih yang rendah. Teknik ini melibatkan perlakuan benih sebelum disemai atau ditanam untuk mengaktifkan proses metabolisme, sehingga dapat mempercepat perkecambahan dan menghasilkan bibit yang normal. Invigorasi benih dapat dilakukan melalui metode fisik, kimia, biologis, ataupun kombinasi dari ketiganya (Sudrajat, dkk., 2022). Prabawa, dkk. (2020) juga menyebutkan bahwa invigorasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya ialah perendaman benih dalam air dengan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) baik alami maupun sintetis.

2.1.4 Viabilitas dan vigor

Viabilitas berasal dari kata “*viable*” yang berarti hidup (*alive*). Viabilitas adalah kemampuan biji untuk hidup. Menurut Copeland (1976) dalam Yudono (2012) suatu biji dinyatakan hidup jika dapat menunjukkan struktur dan substansi termasuk enzim-enzim yang memungkinkan biji tersebut berkecambah langsung dalam kondisi yang cocok, asalkan tidak ada hambatan dormansi. Para ahli teknologi benih menyatakan bahwa benih dikatakan *viable* jika mampu berkecambah dan menghasilkan tanaman muda atau kecambah yang normal.

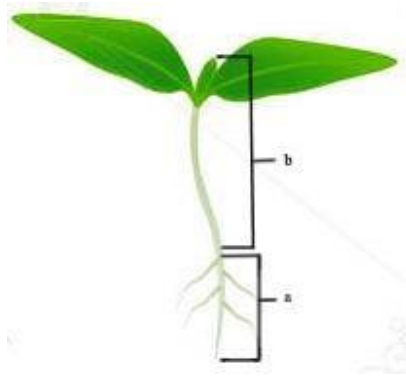
Viabilitas benih mengukur daya hidup benih yang aktif secara metabolis dan memiliki enzim yang mengatalis reaksi metabolis tersebut untuk perkecambahan dan pertumbuhan. Viabilitas ini dapat diukur berdasarkan daya berkecambah. Benih disebut *viable* jika mampu berkecambah dan menghasilkan kecambah normal atau *nonviable* jika tidak. Menurut ahli fisiologi benih, perkecambahan adalah munculnya radikula melalui kulit benih (*testa*). Sedangkan menurut para analis benih, perkecambahan adalah muncul dan berkembangnya struktur esensial embrio yang menunjukkan kemampuan menghasilkan tanaman normal dalam kondisi optimal (Ilyas, 2012).

Daya berkecambah adalah parameter langsung yang mencerminkan viabilitas benih, daya berkecambah dapat digunakan untuk menentukan umur simpan benih dan menguji kadar air optimal untuk penyimpanan (Kolo dan Tefa, 2016). Benih

dapat mengalami penurunan viabilitas selama masa penyimpanan, sehingga daya berkecambahnya menurun. Faktor-faktor yang memengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan terdiri dari faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi sifat (ortodoks atau rekalsitran), daya kecambah dan vigor, kondisi fisik, kadar air benih awal, dan kematangan benih. Sementara itu, faktor eksternal mencakup suhu dan kelembaban ruang simpan, komposisi kimia benih, dan kebersihan mikroflora (Copeland dan Donald, 2002 *dalam* Umar, 2012).

Vigor benih adalah sifat-sifat yang menentukan potensi benih untuk berkecambah dengan cepat dan seragam, serta menghasilkan kecambah normal dalam berbagai kondisi lapangan. Vigor dipengaruhi oleh berbagai faktor mulai dari benih masih di tanaman induk hingga panen, pengolahan, transportasi, dan sebelum penanaman. Selain faktor lingkungan di lapangan, proses pengeringan, pembersihan, penyortiran, dan pengemasan di unit pengolahan benih juga berpengaruh. Cara dan kondisi penyimpanan juga penting: kondisi ideal dengan suhu dan kelembaban rendah dapat memperpanjang umur simpan, sementara kondisi suboptimal mempercepat deteriorasi benih, serta mengurangi viabilitas dan vigor dengan cepat (Ilyas, 2012).

Para pakar benih menggunakan vigor untuk membedakan benih yang berpotensi menjadi tanaman muda yang kuat, sehat, dan tumbuh seragam dari benih yang telah mengalami kemunduran, yang ditandai dengan perkecambahan dan pertumbuhan yang lambat dan lemah. Vigor didefinisikan sebagai keadaan di mana benih sehat bisa langsung berkecambah dengan cepat, serempak, dan seragam saat ditanam, kemudian mengalami pertumbuhan cepat di lapangan. Adapun ciri-ciri benih dengan vigor tinggi yaitu: (1) kecepatan berkecambahnya tinggi; (2) keseragaman dalam perkecambahan, pertumbuhan, dan perkembangan di berbagai lingkungan; (3) kemampuan untuk muncul di tanah yang berkerak; (4) kemampuan berkecambah dan muncul dalam kondisi dingin, basah, berpenyakit, dan tidak optimal; (5) kecambah mampu berkembang normal; (6) penampilan dan hasil tanaman yang baik; serta (7) stabilitas yang baik dalam kondisi yang tidak optimal (Yudono, 2012).



Gambar 2. Ilustrasi Kecambah Normal Cabai dengan Strukturnya: a. Radikula dan
b. Plumula

Sumber: (www.depositphotos.com)

2.1.5 Zat pengatur tumbuh pada ekstrak kulit bawang merah

Zat pengatur tumbuh atau yang juga dikenal sebagai fitohormon merupakan senyawa dalam tanaman yang merangsang pertumbuhan. Zat pengatur tumbuh adalah senyawa yang bukan hara, namun dalam jumlah kecil dapat mendukung, menghambat, atau mengubah proses fisiologi tanaman. Secara umum zat pengatur tumbuh terdiri dari lima jenis yaitu, auksin, giberelin, sitokinin, etilen, dan asam absisat (Aqli, 2021). Zat pengatur tumbuh (ZPT) berperan dalam memengaruhi aktivitas jaringan berbagai organ dan sistem organ tanaman. Meski bukan pupuk dan tidak menambah unsur hara, zat ini mengatur proses fisiologis seperti pembelahan dan pemanjangan sel, daya berkecambah, serta pertumbuhan akar, batang, daun dan buah (Sepritalidar, 2008).

Konsep ZPT berawal dari konsep hormon, yaitu senyawa tanaman yang meskipun dalam konsentrasi rendah dapat memengaruhi proses fisiologis seperti diferensiasi dan perkembangan. Akan tetapi, jumlah hormon ini seringkali terbatas dalam biji. Maka, ZPT eksogen dapat diberikan sebagai perlakuan, terutama pada fase perkecambahan, untuk membantu merangsang dan mengoptimalkan pertumbuhan (Kurniati, dkk., 2017). Zat pengatur tumbuh dapat diperoleh dari sumber alami maupun sintetik. ZPT alami biasanya berasal dari bahan yang tersedia di alam, seperti ekstrak bawang merah, air kelapa, air cucian beras, air rebusan rebung, dan ekstrak tanaman lainnya. ZPT berbahan alami lebih ramah lingkungan, mudah didapat, aman digunakan, dan lebih murah (Novi, dkk., 2020).

Salah satu tanaman yang menghasilkan zat pengatur tumbuh alami ialah bawang merah. Paelongan, dkk. (2023) menyebutkan bahwa bawang merah mengandung fitohormon seperti auksin, sitokinin, dan giberelin. Auksin berfungsi dalam meningkatkan tinggi tanaman, pembelahan sel, pertumbuhan diferensiasi, percabangan biji, perkembangan kuncup, pemanjangan batang serta pertumbuhan dan penambahan daun, sedangkan hormon giberelin memengaruhi perkembangan dan perkecambahan embrio. Selain itu, giberelin dapat merangsang pembentukan enzim amilase yang memecah amilum di endosperm (cadangan makanan) menjadi glukosa. Glukosa ini menjadi sumber energi untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Un, dkk., 2018).

Selain umbi bawang merah, limbah kulit bawang merah juga dapat dimanfaatkan sebagai zat pengatur tumbuh. Limbah kulit bawang merah bukan sekadar limbah tak berguna yang bisa dibuang sembarangan, namun merupakan limbah yang bernilai baik dari segi ekonomi maupun kegunaannya. Banu (2020) mengatakan bahwa sama seperti umbi bawang merah, kulit bawang merah ini juga mengandung hormon auksin dan giberelin yang merupakan hormon pertumbuhan. Pitaloka (2024) menyebutkan bahwa ekstrak kulit bawang merah mengandung zat dan senyawa yang berperan dalam pertumbuhan, perkembangan, serta kesuburan tanaman. Dalam kulit bawang merah mengandung zat pengatur tumbuh yang mempunyai peran mirip Asam Indol Asetat (IAA). IAA ini merupakan auksin yang paling efektif untuk berbagai tanaman dan berperan penting untuk memacu pertumbuhan tanaman yang optimal.

2.1.6 Konsentrasi dan lama perendaman

Pemberian ekstrak kulit bawang merah pada benih harus memperhatikan konsentrasi dan lama perendamannya. Konsentrasi ekstrak merupakan perbandingan jumlah terlarut dan pelarutnya. Sedangkan lama perendaman merupakan waktu yang dibutuhkan untuk merendam benih dalam ekstrak tersebut. Kedua kombinasi ini harus tepat agar mendapatkan hasil terbaik. Menurut Armalia, dkk. (2024) perendaman benih dalam larutan hormon dengan konsentrasi dan durasi perendaman yang tidak tepat dapat berdampak negatif terhadap parameter kecepatan berkecambah. Zat pengatur tumbuh pada konsentrasi yang tepat dapat

meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, akan tetapi jika terlalu tinggi maupun terlalu rendah justru dapat menghambat pertumbuhannya (Nurkholiza, dkk., 2021).

Konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi dengan perendaman yang panjang dapat menyebabkan sel pada benih mengalami plasmolisis atau penyusutan cairan dalam sel, ketika cairan yang bersifat hipotonik di dalam sel keluar menuju cairan yang memiliki konsentrasi lebih tinggi (hipertonik) dapat menyebabkan sel kehilangan potensial air dan menurunnya tekanan turgor. Akibatnya, aktivitas enzim yang berperan dalam imbibisi terganggu yang berujung pada terhambatnya kemunculan radikula dan plumula serta penurunan pertumbuhan kecambah (Amartani, 2019).

Hasil penelitian Yunus, dkk. (2021) pada pemberian konsentrasi hormon giberelin 50 ppm dengan lama perendaman 6 jam mampu meningkatkan perkecambahan benih. Pemberian hormon giberelin dengan konsentrasi yang sesuai dapat meningkatkan aktivitas sel pada benih, sedangkan perendaman hormon yang tepat dapat menembus kulit biji dan mengaktifkan senyawa dalam sel. Penggunaan zat pengatur tumbuh pada tanaman perlu dilakukan dengan konsentrasi dan durasi yang tepat agar benih dapat merespons secara optimal. Jika konsentrasi yang diberikan terlalu rendah, tanaman tidak akan menunjukkan perubahan yang signifikan. Sebaliknya, jika konsentrasinya terlalu tinggi dapat menurunkan kemampuan pertumbuhan tanaman (Dzakwan, dkk., 2023).

Menurut Liana, dkk. (2022) perendaman selama 8 jam dengan ekstrak bawang merah 25% memberikan nilai persentase daya berkecambah, potensi tumbuh maksimal, dan kecepatan perkecambahan tertinggi pada invigorasi benih cabai merah kadaluarsa. Perendaman benih dengan zat pengatur tumbuh sebelum penanaman menyebabkan benih menyerap air (imbibisi). Setelah imbibisi terjadi, kadar air dalam benih meningkat yang kemudian merangsang proses perkecambahan (Darojat, dkk., 2014). Namun menurut Lubis, dkk. (2018) perendaman benih yang terlalu lama dapat menyebabkan benih kehilangan oksigen dan menghambat proses respirasi untuk perkecambahan benih. Oleh karena itu

diperlukan kombinasi konsentrasi dan lama perendaman yang tepat untuk dapat mengoptimalkan perkecambahan benih.

2.2 Kerangka pemikiran

Auksin dan giberelin merupakan zat pengatur tumbuh yang dapat meningkatkan perkecambahan tanaman. Giberelin berperan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman dan mengaktifkan enzim hidrolitik dalam endosperma. Enzim-enzim ini menghidrolisis protein dan pati sehingga menyediakan energi yang diperlukan untuk perkembangan embrio. Proses ini membantu radikula memecah endosperma dan kulit benih (Sudrajat, dkk., 2022). Sedangkan hormon auksin merupakan zat pengatur tumbuh yang memiliki peran utama dalam proses metabolisme benih. Hormon ini meningkatkan pembelahan sel dan merangsang pembentukan akar muda (Sakinah, dkk., 2023).

Salah satu bahan organik yang dapat digunakan sebagai ZPT alami ialah ekstrak kulit bawang merah. Pada ekstrak kulit bawang merah terdapat fitohormon berupa auksin, giberelin, dan sitokinin. Hayati, dkk. (2022) menyebutkan bahwa bawang merah bisa digunakan sebagai ZPT alami, bawang merah mengandung hormon pertumbuhan berupa auksin (65%) dan giberelin (30%) yang dapat memacu pertumbuhan benih. Adapun hasil analisis laboratorium oleh Kurniati, dkk. (2019) pada bawang merah itu sendiri mengandung hormon auksin sebesar 156,01 ppm dan giberelin sebesar 230,67 ppm. Hormon-hormon tersebut dapat merangsang kembali proses fisiologis penting seperti pembelahan sel dan perkembangan embrio sehingga dapat memperbaiki kualitas benih yang menurun.

Berdasarkan penelitian Dzakwan, dkk. (2023) pemberian ekstrak bawang merah 20% dengan waktu perendaman 9 jam memberikan pengaruh sangat nyata terhadap potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, serta keserempakan tumbuh benih cabai merah yang telah kadaluarsa. Konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh terhadap perkecambahan karena pada benih sendiri mengandung hormon endogen dengan konsentrasi yang bervariasi sehingga pemberian konsentrasi hormon eksogen yang tepat dapat meningkatkan perkecambahan. Selain itu, lama perendaman memengaruhi imbibisi benih yang penting untuk memulai perkecambahan pada waktu yang optimal. Menurut

Mulyani dan Ismail (2015) pada konsentrasi yang tinggi, hanya diperlukan waktu perendaman yang singkat untuk memenuhi kebutuhan hormon. Namun, jika direndam terlalu lama, hormon yang terserap oleh benih menjadi berlebihan yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan perkecambahan.

Penurunan perkecambahan terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit bawang merah, semakin banyak pula hormon yang terserap oleh benih. Meskipun hormon tersebut berperan penting dalam pertumbuhan, kebutuhan hormon oleh tanaman sebenarnya terbatas. Jika konsentrasi hormon melebihi ambang batas tertentu, hormon tersebut justru akan menjadi inhibitor yang menghambat proses pertumbuhan karena dapat mengakibatkan sel-sel yang ada di dalam benih mengalami plasmolisis atau penyusutan sel akibat tingginya perbedaan konsentrasi di dalam dan luar sel (Hafiza, dkk., 2020). Menurut Sari, dkk. (2022) apabila waktu perendaman semakin lama maka semakin banyak bahan invigorasasi yang masuk sehingga penyerapan air oleh benih lebih banyak dan mengakibatkan enzim dan substrat lebih encer yang berdampak pada proses metabolisme menjadi lambat. Selain itu, perendaman terlalu lama dapat mengakibatkan kehilangan oksigen yang menghambat proses respirasi benih sehingga perkecambahan benih pun terganggu.

Sutopo (2004) menyebutkan bahwa, proses perkecambahan benih diawali dengan penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih, dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua, dimulai dari kegiatan-kegiatan sel dan enzim serta naiknya tingkat respirasi benih, dilanjutkan dengan penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi bentuk-bentuk yang terlarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh. Tahap selanjutnya adalah asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan sel-sel baru. Terakhir, adalah tahapan pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik tumbuh.

Pemberian konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan respon benih. Namun, jika konsentrasinya terlalu rendah efeknya tidak signifikan dan apabila terlalu tinggi akan menyebabkan penurunan (Adnan, 2017). Lama perendaman memengaruhi

optimalisasi imbibisi benih dan efisiensi waktu. Lama perendaman berpengaruh pada parameter potensi tumbuh dan daya kecambah benih. Selain itu, lama perendaman berhubungan dengan konsentrasi yang diserap tanaman (Pandiangan, dkk., 2024). Sehingga diperlukan kombinasi konsentrasi dan lama perendaman yang tepat untuk meningkatkan perkecambahan benih. Dalam penelitian Adnan (2017) pemberian hormon auksin dengan konsentrasi 2 ml/liter air dan perendaman 4 jam memberikan hasil terbaik pada parameter pengamatan yaitu, daya berkecambah, potensi tumbuh, vigor, tinggi kecambah, dan panjang akar benih semangka kadaluarsa.

Menurut penelitian Paelongan, dkk. (2023) pemberian ekstrak bawang merah 25% berpengaruh nyata terhadap perkecambahan bibit, tinggi tanaman, dan diameter batang tanaman kakao. Dalam penelitian Sinaga, dkk. (2024) pemberian konsentrasi 20% ekstrak bawang merah dengan perendaman selama 6 jam telah terbukti mampu meningkatkan daya perkecambahan (96,8%), kecepatan tumbuh (27,4%), keserempakan tumbuh (96,8%), dan indeks vigor (95,2%) pada benih jagung pulut yang mengalami penyimpanan. Penelitian lain dari Darojat, dkk. (2014) menyebutkan bahwa pemberian ekstrak bawang merah 10% dan lama perendaman 6 jam mampu meningkatkan persentase daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan panjang hipokotil benih kakao, sedangkan pada perendaman 9 jam berpengaruh nyata terhadap panjang akar hipokotil benih kakao. Berdasarkan uraian tersebut ekstrak kulit bawang merah dapat berpengaruh terhadap peningkatan viabilitas dan vigor benih.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan di atas maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Kombinasi konsentrasi dan lama perendaman ekstrak kulit bawang merah berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih cabai rawit.
2. Terdapat kombinasi konsentrasi dan lama perendaman ekstrak kulit bawang merah yang berpengaruh paling baik dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai rawit.