

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Tanaman ginseng jawa

Ginseng jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn) merupakan salah satu jenis tanaman ginseng yang tumbuh di Indonesia. Tanaman ginseng jawa berasal dari kawasan tengah dan selatan benua Amerika serta daerah Afrika bagian selatan yang kemudian menyebar ke daerah tropis lainnya (Hidayat, Wahyuni, dan Andalusia, 2008). Tanaman ini diperkenalkan dari Suriname pada tahun 1915 ke Pulau Jawa tepatnya di Kebun Raya Bogor. Tanaman ginseng jawa merupakan tanaman tahunan yang dikenal sebagai tanaman obat, tanaman hias, tanaman liar dan tanaman sayuran yang memiliki potensi cukup besar untuk dibudidayakan (Seswita, 2010).



Gambar 1. Tanaman Ginseng Jawa (Sumber: dokumentasi pribadi)

a. Klasifikasi tanaman ginseng jawa

Klasifikasi tanaman ginseng jawa menurut *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) yaitu sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Viridiplantae
Superdivisi : Embryophyta
Divisi : Tracheophyta

Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Caryophyllales
Family : Portulacaceae
Genus : *Talinum* Adans.
Spesies : *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.

b. Morfologi tanaman ginseng jawa

Ginseng jawa merupakan tanaman herba tahunan yang tingginya mencapai 40 cm sampai 60 cm dengan batang berbentuk bulat sukulen. Daun ginseng jawa tersebar berseling berhadapan dan berbentuk bulat telur terbalik. Permukaan daun ginseng jawa memiliki tekstur yang lembut dan licin juga agak berdaging. Bagian atas daun berwarna hijau terang, licin dan gundul, sedangkan permukaan bawah berwarna hijau muda dengan panjang daun sekitar 3 cm sampai 10 cm dan lebar 1,5 cm sampai 5 cm. Pangkal daun ginseng jawa berbentuk runcing dengan ujung membulat dan tumpul. Pertulangan daun ginseng jawa berbentuk menyirip dan berwarna hijau pucat (Hidayat dkk., 2008).

Bunga ginseng jawa merupakan bunga majemuk yang terletak di ujung atau pada malai terminal. Cabang terujung bunga ginseng jawa bercabang lagi dengan ujung menggarpu. Tangkai bunga langsing dengan daun mahkota berjumlah 5, berbentuk oval dan berwarna merah keunguan. Ginseng jawa mulai berbunga pada umur 74 sampai 80 hari setelah benih disemai. Bakal buah superior ditandai dengan bentuk yang membulat dengan dinding dalam terdapat tiga ruang. Buah berwarna kuning saat masih muda dan berwarna merah kecoklatan setelah masak. Buah berbentuk bola dan berwarna merah coklat dengan diameter 3 mm. Umur buah masak antara 20 sampai 22 hari setelah bunga mekar. Biji ginseng jawa berbentuk pipih kecil dengan ukuran sekitar 0,7 mm sampai 1 mm dan berwarna hitam mengkilap (Van Steenis, 2002)

Akar tanaman ginseng jawa merupakan akar tunggang, bercabang dan panjang. Kulit akar berwarna coklat kekuning-kuningan dengan bagian dalamnya berwarna putih. Bagian akar atau rimpang ginseng jawa ini merupakan bagian utama yang bermanfaat pada tanaman ginseng jawa.

c. Perbanyak ginseng jawa

Perbanyak tanaman ginseng jawa dapat dilakukan secara vegetatif maupun generatif. Perbanyak generatif dilakukan melalui biji tanaman ginseng jawa yang kemudian disemai dan ditumbuhkan pada media tanam. Perbanyak dengan biji biasa terjadi di alam (Seswita, 2010). Perbanyak vegetatif tanaman ginseng jawa dilakukan dengan stek batang atau stek cabang yang panjangnya 12 cm. Selain dengan stek batang, perbanyak ginseng jawa dapat dilakukan dengan umbi, namun perbanyak dengan umbi ini kurang efisien karena pertumbuhan cenderung lambat. Selain itu tanaman ginseng jawa juga dapat diperbanyak dengan teknik kultur jaringan (Seswita, 2010).

2.1.2 Syarat tumbuh ginseng jawa

Tanaman ginseng jawa tumbuh di ketinggian sekitar 1.250 mdpl dengan curah hujan 2.000 mm/tahun sampai 4.000 mm/tahun. Jenis tanah yang baik untuk budidaya ginseng jawa yaitu tanah liat berpasir atau tanah berpasir yang cukup subur dimana mengandung humus atau bahan organik yang cukup tinggi. Tanaman ginseng jawa tumbuh baik dengan intensitas cahaya tidak kurang dari 75% (Seswita, 2010).

2.1.3 Mikroba endofit, peranan dan potensinya

Mikroba endofit merupakan mikroorganisme yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya tinggal di dalam jaringan tanaman namun tidak menyebabkan gejala penyakit. Mikroba endofit ini biasanya berada pada berbagai jaringan tanaman yang sehat seperti akar, batang, daun, dan biji (Friska, 2019). Biasanya mikroba endofit masuk ke dalam jaringan tanaman melalui pembukaan alami seperti hidatoda, stomata dan lentisel, rambut akar, dan luka pada tanaman yang disebabkan karena adanya kerusakan. Ketika mikroba endofit memasuki jaringan tanaman, maka mereka sukses membentuk koloni di dalam jaringan tanaman dan bertransmisi pada generasi selanjutnya melalui benih atau bagian-bagian vegetatif tanaman. Interaksi antara mikroba endofit dan tanaman inang merupakan bentuk hubungan simbiotik (Chandran dkk., 2020).

Mikroba endofit memiliki berbagai peran pada tanaman. Salah satu peran mikroba endofit pada tanaman berkaitan dengan mekanisme peningkatan

pertumbuhan dan ketahanan tanaman. Mikroba endofit dapat mempengaruhi sistem pengangkutan nutrisi tumbuhan dengan tahapan mekanisme yaitu mereduksi aktivitas enzimatik, meningkatkan ketergantungan nutrisi terhadap inang tumbuhan untuk pasokan dan memberikan hasil produksi berupa senyawa metabolit sekunder spesifik yang menguntungkan tanaman (Sari, 2020). Mikroba endofit mampu memproduksi fitohormon. Mikroba endofit mensintesis hormon tanaman seperti *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), *Giberelin Acid* (GA) dan sitokinin pada tanaman (Chandran dkk., 2020). Selain itu, mikroba endofit juga berperan dalam penyediaan fosfat terlarut. Fosfat tersedia dalam jumlah banyak di tanah, terutama di lahan budidaya namun kebanyakan tidak dalam bentuk yang tersedia untuk tanaman. Beberapa bakteri endofit dan fungi endofit mengeluarkan asam-asam organik ke dalam tanah, yang kemudian melarutkan fosfat kompleks menjadi bentuk yang tersedia dan dapat diserap tanaman (Chandran dkk., 2020). Mikroorganisme yang dikatakan sebagai endofit ini dapat termasuk kelompok bakteri, fungi maupun actinomycetes.

Mikroba endofit berperan dalam pengendalian patogen penyebab penyakit tanaman dan mencegah perkembangan penyakit dengan memproduksi siderofor, menghasilkan senyawa metabolit yang bersifat racun bagi fungi patogen, atau terjadinya kompetisi ruang dan nutrisi. Mikroba endofit juga memiliki kemampuan untuk mereduksi produksi toksin yang dihasilkan oleh patogen sehingga tidak patogenik terhadap tanaman atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Yulianti 2013).

a. Bakteri endofit

Bakteri endofit merupakan bakteri saprofit yang hidup dan berasosiasi dengan jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman tersebut. Bakteri endofit ini berperan dalam perbaikan pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promotion*). Bakteri endofit juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan zat pengatur tumbuh, memfiksasi nitrogen, memobilisasi fosfat dan berperan dalam mendukung kesehatan tanaman (*Plant Health Promotion*). Selain itu, bakteri endofit memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilena dan senyawa sekunder yang berfungsi

menginduksi ketahanan tanaman sehingga dapat meningkatkan pertahanan tanaman terhadap gangguan penyakit tanaman (Munif dan Wiyono, 2012).

Bakteri endofit melalui mekanisme langsung maupun tidak langsung dapat berperan sebagai agen biokontrol yang mana menekan perkembangan patogen. Menurut Resti, Sulyanti dan Reflin (2018) mekanisme langsung dapat dilakukan dengan memproduksi senyawa antimikroba. Selain itu juga dapat dilakukan dengan berkompetisi dalam memperoleh zat besi, nutrisi dan ruang, serta parasitisme. Mekanisme secara tidak langsung dapat dilakukan melalui mekanisme induksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance=ISR*) yaitu interaksi bakteri tertentu dengan akar yang memungkinkan tanaman tersebut mengembangkan ketahanan terhadap patogen potensial. Bakteri endofit memiliki kelebihan sebagai agen biokontrol jika dibandingkan dengan agen lainnya berkaitan dengan keberadaannya di dalam jaringan tanaman sehingga mampu bertahan terhadap cekaman biotik dan abiotik (Resti dkk., 2018). Bakteri endofit juga mensuplai vitamin esensial bagi tanaman. Produksi *Auxin-Like Compounds* (ACCS) mampu meningkatkan produksi dan perkecambahan benih (Chandran dkk., 2020).

Ketika tumbuh di berbagai media, bakteri endofit menunjukkan perbedaan secara makroskopis penampilan pertumbuhan mereka. Perbedaan ini, disebut karakteristik budaya (*cultural characteristic*) yang digunakan sebagai dasar untuk memisahkan mikroorganisme menjadi taksonomi kelompok (Capuccino dan Sherman 2014). Ketika sel bakteri tunggal disimpan pada media nutrisi padat, ia mulai membelah. Satu sel membuat dua, dua membuat empat, empat membuat delapan, satu juta menghasilkan dua juta, dan seterusnya. Akhirnya sebuah koloni muncul di tempat sel murni disimpan. Warna, ukuran, bentuk, dan tekstur pertumbuhan bakteri ditentukan oleh susunan genetik organisme, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan termasuk ketersediaan nutrisi, suhu, dan waktu inkubasi (Leboffe dan Burton 2012).

Kategori dasar morfologi koloni meliputi bentuk koloni, margin (tepi), ketinggian (elevasi), tekstur, dan warna. Bentuk koloni dapat berupa *circular* (tepi-tepi yang tidak terputus), *irregular* (tidak teratur), rhizoid (seperti akar, pertumbuhan yang menyebar). Ukuran koloni berupa *pinpoint*, kecil, sedang, atau

besar. Margin (tampilan tepi luar koloni) dapat berupa *entire* (rata keseluruhan), *lobate* (membentuk lekukan), *undulate* (lekukan bergelombang), *serrate* (penampilan seperti gigi), *filamentous* (berserabut/ melebar). Elevasi (ketinggian koloni pada permukaan agar) dapat berupa *flat* (elevasi tidak dapat dilihat/datar), *raised* (sedikit meningkat), *convex* (elevasi berbentuk kubah), *umbonate* (sedikit meningkat, dengan ada cembung yang tinggi pada bagian tengah) (Leboffe dan Burton 2012; Capuccino dan Sherman 2014).

b. Fungi endofit

Fungi endofit merupakan fungi yang hidup di dalam jaringan tumbuhan sehat dan mampu hidup hanya dengan mengambil nutrisi dari inangnya tanpa menunjukkan gejala penyakit. Asal mula fungi endofit diketahui melalui diagram filogenetik yang menunjukkan bahwa endofit berasal dari nenek moyang serangga yang kemudian menyebar sebagai epibiotik tanaman biotrofi, contohnya famili *Clavicipitaceae*. Hubungan fungi endofit dengan tanaman inang merupakan hubungan mutualisme dimana sel inang memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan oleh endofit sedangkan fungi endofit memperoleh nutrisi untuk bertahan hidup dari inangnya (Sari, 2020). Mekanisme yang melibatkan endofit tanaman dengan tanaman inangnya disebut mekanisme peningkatan pertumbuhan tanaman dan *Induced Systemic Resistance* (ISR) yang memfasilitasi emisi *Volatile Organic Compounds* (VOCs) dalam menstimulus kehadiran serangga menguntungkan seperti musuh alami dan mengubah respon interaksi mikroba-tanaman. Mekanisme ini juga mempengaruhi alokasi nutrisi dan eksudat akar (Sari, 2020). Fungi endofit dapat memicu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan berbagai substansi hormon yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman. Adanya interaksi *endosymbiont* dari fungi endofit dalam jaringan tanaman dapat menghasilkan hormon auksin yang meningkatkan pertumbuhan vegetatif (Saragih dkk., 2019).

Fungi endofit mendapatkan perlindungan dari tanaman inang dan tanaman inang tersebut kemungkinan mendapatkan timbal balik dari hubungan tersebut yaitu dengan memperluas kemampuan kompetitif tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, herbivor and berbagai macam cekaman abiotik. Fungi

endofit dapat berasal dari tanah (*soil borne microbes*), terbawa angin (*air borne*) dan terbawa benih (*seed borne*) (Sari, 2020).

2.1.4 Perkecambahan benih

Perkecambahan adalah muncul dan berkembangnya radikula dan plumula dari benih/biji. Secara visual dan morfologis suatu benih yang berkecambah ditandai dengan terlihatnya radikula dan plumula dari biji (Kaya dan Rehatta, 2013). Perkecambahan merupakan tahap awal dari suatu perkembangan suatu tanaman yang berbiji. Pada tahap ini embrio yang dalam kondisi dormansi mengalami sejumlah perubahan fisiologis sehingga menjadi kecambah. Proses perkecambahan ini merupakan proses metabolisme yang terdiri dari katabolisme dan anabolisme. Katabolisme yaitu suatu proses terjadinya perombakan cadangan makanan sehingga menghasilkan energi ATP sedangkan anabolisme yaitu proses terjadinya sintesa senyawa protein untuk pembentukan sel-sel baru pada embrio.

Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit biji dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai dari kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan-bahan karbohidrat, lemak, dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan yang telah diuraikan tadi nerismatik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh. Sementara daun belum berfungsi sebagai organ untuk fotosintesa maka pertumbuhan kecambah sangat tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji (Sutopo, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi dapat berasal dari dalam benih (faktor internal) dan dari luar benih (faktor eksternal). Faktor internal yang mempengaruhi perkecambahan benih antara lain adalah tingkat kemasakan benih, ukuran benih, bobot benih serta dormansi benih. Sedangkan faktor eksternal yang dapat

mempengaruhi perkecambahan benih antara lain suhu, oksigen, cahaya dan media (Sutopo, 2012).

Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang ditunjukkan melalui gejala metabolisme atau gejala pertumbuhannya (Sadjad, 1993). Parameter viabilitas benih meliputi viabilitas potensial, vigor kekuatan tumbuh, dan vigor daya simpan. Viabilitas potensial merupakan tolok ukur viabilitas benih pada kondisi optimum yang secara potensial mampu menghasilkan tanaman normal meliputi daya berkecambah dan bobot kering kecambah norma. Vigor kekuatan tumbuh benih adalah tolok ukur yang bertujuan mengetahui kemampuan benih untuk dapat tumbuh di lapang serta menghasilkan perkecambahan normal dalam kondisi suboptimum, meliputi kecepatan tumbuh dan tinggi bibit. Sedangkan vigor daya simpan adalah vigor yang menunjukkan kemampuan benih untuk disimpan, dengan tolok ukur antara lain vigor dan keserempakan tumbuh (Sadjad, 1993).

Rendahnya mutu benih dan daya adaptasi pada kondisi lingkungan yang suboptimal sangat mempengaruhi produktivitas suatu tanaman. Penyimpanan benih dapat mengakibatkan turunnya vigor dan viabilitas benih. Penurunan kondisi benih seperti ini dinamakan deteriorasi. Deteriorasi atau dikenal juga dengan istilah kemunduran benih adalah suatu kondisi terjadinya penurunan terhadap daya kecambah (viabilitas) dan daya tumbuh (vigor) benih yang disebabkan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan selama proses penyimpanan. Benih yang terdeteriorasi akan menjadi lebih rentan terhadap penyakit, serangan jamur sehingga perkecambahan menjadi lebih lambat dan pertumbuhan benih menjadi abnormal. Kemunduran benih akan bertambah sesuai dengan lamanya proses penyimpanan (Wahyuni dan Kartika, 2022).

Invigorasi merupakan *seed conditioning* (mengkondisikan benih) untuk memperbaiki proses fisiologis dan biokimia benih yang berhubungan dengan kecepatan tumbuh benih, keserempakan tumbuh benih, dan perbaikan serta peningkatan potensial perkecambahan benih. Tujuan invigorasi yaitu untuk meningkatkan viabilitas benih, pertumbuhan dan hasil tanaman (Wahdah dan Susanti, 2019). Menurut Wahyuni dan Kartika (2022), invigorasi benih atau

peningkatan benih adalah perlakuan yang diberikan pada saat pasca panen dengan tujuan untuk meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Secara umum, teknik invigoras benih dibagi menjadi tiga yaitu hidrasi, perlakuan suhu dan pelapisan benih (*seed coating*).

2.2 Kerangka pemikiran

Tanaman ginseng jawa merupakan tanaman tahunan yang dikenal sebagai tanaman obat, tanaman hias, tanaman liar dan tanaman sayuran yang memiliki potensi cukup besar untuk dibudidayakan. Bagian tanaman ginseng jawa yang biasa dimanfaatkan adalah bagian akar. Akar ginseng jawa mengandung senyawa steroid, saponin, tanin, polifenol, dan minyak atsiri (Seswita, 2010). Tanaman ginseng jawa memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi cekaman abiotik seperti cekaman air. Menurut Nurcahya dkk. (2022), pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kadar klorofil pada tanaman ginseng jawa menunjukkan respon terbaik pada kondisi cekaman kekeringan yaitu dengan penyiraman 50% kapasitas lapang.

Tanaman merespon kondisi cekaman air dengan berbagai mekanisme, mulai dari respon fisiologis kemudian diikuti oleh perubahan secara morfologis. Mekanisme ketahanan lainnya adalah dengan adanya simbiosis tanaman inang dengan mikroba endofit. Mikroba endofit merupakan mikroba yang hidup di jaringan tanaman sehat seperti batang, akar, daun, dan biji tanpa berpengaruh buruk terhadap fisiologi dan fungsi tanaman, juga tidak menyebabkan terjadinya gejala penyakit di dalam jaringan tanaman. Pada kondisi tanaman tercekam air, mikroba endofit mampu bersimbiosis dengan tanaman inang melalui berbagai mekanisme diantaranya mikroba endofit mampu mengoksidasi atau mendenaturasi membran sel inang yang akan memicu tanaman untuk meningkatkan ketahanannya terhadap kondisi cekaman air (Yulianti, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Sandhya dkk. (2017) menunjukkan bahwa terdapat 10 isolat endofit berpotensi sebagai agen pendukung pertumbuhan (*Plant Growth Promotion*) dan sebagai penanganan penyakit tanaman dalam keadaan cekaman kekeringan. Penelitian yang dilakukan

Vendan dkk. (2010) menunjukkan bahwa terdapat 51 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman ginseng pada berbagai umur tanaman.

Eksplorasi mikroba endofit bertujuan untuk mendapatkan isolat mikroba endofit yang berpotensi dapat mendukung perkecambahan benih ginseng jawa. Benih sangat menentukan keberhasilan suatu pertanaman. Oleh karena itu, diperlukan benih dengan mutu yang baik untuk budidaya tanaman ginseng jawa. Namun, benih yang disimpan akan mengalami deteriorasi atau kemunduran benih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan invigorasi benih dengan pemanfaatan mikroba endofit.

Penelitian yang berkaitan dengan peran mikroba endofit terhadap perkecambahan dan pertumbuhan tanaman telah banyak dilakukan. Tistama dan Dalimunthe (2017) melaporkan perendaman biji karet dengan fungi endofit pada kerapatan konidia 10^6 konidia ml^{-1} mampu mempercepat perkecambahan biji karet. Pada penelitian Irawati dkk. (2017) fungi endofit secara konsisten mampu memacu perkecambahan benih cabai. Terdapat 23 isolat yang konsisten memicu pertumbuhan tinggi tanaman, sebagian besar isolat juga mampu memicu tanaman untuk membentuk daun. Sementara itu menurut Munif dan Hipi (2011) terdapat 6 dari 7 isolat bakteri endofit yang mampu meningkatkan tinggi kecambah tanaman jagung. Khaeruni dkk. (2020) melaporkan isolat bakteri endofit asal tanaman kakao sehat berpengaruh sangat nyata terhadap daya kecambah, indeks vigor, dan keserempakan tumbuh benih kakao.

2.3 Hipotesis

Dari uraian di atas, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- a. Teridentifikasi mikroba endofit pada akar ginseng jawa dengan berbagai tingkat cekaman air.
- b. Mikroba endofit pada akar ginseng jawa dengan berbagai tingkat cekaman air berpengaruh terhadap perkecambahan benih ginseng jawa.