

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, DAN 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. Tumbuhan yang telah lama dimanfaatkan manusia sebagai sumber obat tradisional oleh masyarakat lokal Indonesia dikenal dengan nama ginseng jawa karena memiliki akar yang membesar mirip dengan akar ginseng (*Panax ginseng*), padahal keduanya berasal dari famili yang berbeda. Selain dikenal dengan tanaman obat, ginseng jawa juga dikenal sebagai tanaman hias, tanaman liar, dan dapat dikonsumsi sebagai sayuran. Ginseng jawa berkhasiat untuk meningkatkan kebugaran, meningkatkan produksi air susu ibu, kurangnya nafsu makan, bisul, dan afrosidak (Hariana, 2008).

Di Indonesia, *Talinum paniculatum* mudah ditemukan di lingkungan sekitar, baik yang sengaja ditanam maupun tumbuh liar. Tanaman ginseng jawa berasal dari kawasan tengah dan selatan benua Amerika kemudian daerah Afrika bagian selatan yang terus menyebar ke daerah tropis lainnya (Hidayat dkk., 2008). Tanaman ginseng jawa ini dibawa untuk diperkenalkan dari Suriname ke Pulau Jawa pada tahun 1915 tepatnya di Kebun Raya Bogor. Ginseng jawa memiliki potensi yang cukup besar untuk dibudidayakan (Seswita, 2010).

Hasil survei tahun 2002, kebutuhan bahan baku obat tradisional untuk mengobati afrosidak di Jawa setiap tahunnya 767,66 ton. Tingginya permintaan Ginseng Jawa adalah selain harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan Ginseng Korea, juga terbukti dapat menjadi substitusi ginseng Korea (Seswita, 2010)



Gambar 1. Tanaman Ginseng Jawa  
(Sumber: Dokumen pribadi, 2022)

a. Klasifikasi tanaman ginseng jawa

Ada beberapa sinonim untuk penamaan ginseng jawa seperti *Portulaca paniculate* Jacq., *Portulaca patens* L., dan *Talinum patens* (L.) Willd. Di Indonesia ginseng jawa ini dikenal dengan som jawa atau ginseng jawa (Hidayat, 2005). Sebutan lain di Cina disebut *tu ren shen*, sedangkan di Inggris dikenal dengan nama *Panicled fameflower root*. (Hariana, 2008).

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

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Superdivisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Caryophyllales
Family	: Portulacaceae
Genus	: <i>Talinum</i> Adans.
Spesies	: <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.

b. Morfologi tanaman ginseng jawa

Ginseng jawa merupakan tanaman herba tahunan dengan batang bertentuk bulat sukulen dan berdiri tegak mencapai tinggi sekitar 40 sampai 60

cm. Daun ginseng jawa berbentuk bulat terbalik membentuk telur terbalik dengan posisi tersebar berseling berhadapan. Permukaan daun ginseng jawa licin dan lembut, sedikit berdaging, berwarna hijau terang untuk warna bagian atas dengan permukaan licin dan gundul, sedangkan berwarna hijau muda untuk bagian bawah. Panjang daun ginseng jawa sekitar 3 cm sampai 10 cm dan lebar 1,5 cm sampai 5 cm. Pangkal daun meruncing dan ujung daun tumpul membulat, pertulangan daun menyirip dan berwarna hijau pucat (Hidayat dkk., 2008).



Gambar 2. Daun Tanaman Ginseng Jawa  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Bunga ginseng jawa adalah bunga majemuk yang berbentuk anak payung dengan ujung menggarpu, berbunga banyak, ukuran bunga kecil, mahkota berwarna merah keunguan berjumlah 5 helai berbentuk oval atau bulat telur dengan Panjang 3 sampai 4 mm, memiliki tangkai bunga langsing, tangkai putik bercabang, bunga membuka sebelum tengah hari, benang sari berjumlah rata-rata 8 sampai 12 helai. Buah berwarna merah kecoklatan berbentuk bulat seperti bola atau agak sedikit kotak dengan diameter 3 mm, memiliki biji yang kecil berbentuk bundar pipih atau gepeng dengan ukuran 0,7 sampai 1 mm berwarna hitam mengkilap (Hidayat dkk., 2008). Ginseng jawa memiliki bakal buah yang menumpang dan buah membuka dengan 3 katup (Van Steenins, 2002).



Gambar 3. Bunga Majemuk Tanaman Ginseng Jawa  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Akar yang dimiliki oleh tanaman ginseng jawa adalah akar tunggang, berwarna coklat, bercabang dan berdaging tebal. Akar atau rimpang ini merupakan bagian utama dari tanaman ginseng jawa yang memiliki banyak kandungan yang bermanfaat diantara bagian tanaman lainnya. Kulit akar berwarna coklat dan bagian dalam atau dagingnya berwarna putih, Panjang akar mencapai 20 cm, diameternya mencapai 3 cm, Panjang rhizomnya 1 cm sampai 4 cm dengan diameter 0,3 cm sampai 1,5 cm dengan bentuk yang sedikit melengkung.



Gambar 4. Akar Tanaman Ginseng Jawa  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

### c. Kandungan kimia ginseng jawa

Daun ginseng jawa mengandung saponin, flavonoida, dan tannin (Dalimartha, 1999). Akar ginseng jawa mengandung steroid, triterpenoid seperti Kalium 41,44%, Natrium 10,03%, Kalsium 2,21%, Magnesium 5,50%, Besi 0,32%, tannin, saponin, dan minyak atsiri yang relatif sama dengan kandungan ginseng korea (Setyani dkk., 2016).

### d. Budidaya ginseng jawa

Menurut Seswita (2010) tanaman ginseng jawa dapat tumbuh pada jenis tanah seperti tanah liat berpasir atau tanah berpasir yang cukup subur, tanah yang mengandung banyak humus atau memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Ginseng jawa dapat tumbuh pada dataran rendah sampai ketinggian sekitar 1.250 m dpl dengan curah hujan sekitar 2.000 sampai 4.000 mm pertahun. Tanaman ginseng jawa membutuhkan tidak kurang dari 75% penyinaran cahaya untuk tumbuh dengan baik.

Ginseng jawa dapat diperbanyak secara vegetatif maupun generatif, akan tetapi lebih mudah dibiakkan menggunakan stek batang dengan tingkat keberhasilan tumbuh 98% Ketika stek mampu menghasilkan tunas dan akar. Rimpang ginseng jawa dipanen setelah berumur 7 bulan sampai satu tahun lebih. Setiap tanaman mampu menghasilkan 140 sampai 220 gram akar segar per-tanaman atau 20 sampai 35 gram akar kering. (Seswita, 2010).

#### 2.1.2 Mikroba endofit, peranan dan potensinya

Istilah endofit berasal dari kata gabungan 'endon' yang artinya didalam dan 'phyton' yang artinya tanaman. Menurut Berg (2009), endofit merupakan mikroorganisme sejenis bakteri, jamur, alga yang tumbuh berkoloni dalam internal jaringan tanaman dan pembuluh *xylem* tetapi tidak menimbulkan efek negatif terhadap tanaman seperti penyakit tanaman atau perubahan morfologinya. Biasanya mikroba endofit ini berada dibagian jaringan tanaman yang sehat seperti akar, daun, batang, dan biji (Friska, 2019). Mikroba Endofit berupa bakteri dan jamur akan membentuk hubungan simbiosis mutualistic dan komensalistik dengan inang berupa tanaman. Sumber energi bakteri endofit dihasilkan dari tanaman yang akan mentransfer jenis gula seperti sukrosa dan glukosa (Pranoto dkk., 2014)

Yulianti (2012) menyatakan bahwa mikroorganisme endofit didapatkan dari ekstrak yang ada di dalam jaringan tanaman atau intercellular dan berasal dari perakaran atau rhizosfer dan filosfer. Bakteri endofit dapat dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman, biotik dan abiotik (faktor lingkungan) seperti interaksi antar mikroba dengan tanaman. Tempat tumbuh cepat bakteri endofit pada media TSA (*Trypic soy agar*), setiap jenis bakteri yang tumbuh akan menghasilkan koloni yang khas (Pranoto dkk., 2014).

Mikroba endofit masuk ke dalam jaringan tanaman melalui pembukaan alami seperti hidatoda, stomata dan lentisel, rambut akar dan luka pada tanaman yang disebabkan akibat kerusakan. Menurut Chandran dkk., (2020) ketika mikroba masuk ke dalam jaringan tanaman, mereka akan membentuk koloni di dalam jaringan tersebut dan bertransmisi pada generasi selanjutnya melalui bagian-bagian vegetatif tanaman. Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme endofit yang memiliki interaksi paling signifikan dan berpotensi besar sebagai pengendali hayati dalam produksi tanaman secara berkelanjutan (Zhang dkk., 2008).

Mikroba endofit memiliki berbagai peran untuk tanaman, yaitu sebagai penghasil zat perangsang pertumbuhan tanaman, penyediaan hara dan penghasil fitohormon (auksin, sitokinin, dan lainnya) untuk meningkatkan produksi, memperbaiki kondisi tanah dengan cara menetralkan kontaminan seperti unsur logam dan lainnya melalui proses fitoremediasi bakteri, dan bahan utama untuk pembuatan *biofertilizer*. Selain itu endofit pada tanaman berkaitan dengan mekanisme peningkatan pertumbuhan dan ketahanan tanaman seperti mempengaruhi sistem pengangkutan nutrient tumbuhan dengan tahapan mekanisme mereduksi aktivitas enzimatis, meningkatkan ketergantungan nutrisi terhadap inang tumbuhan, dan memberikan hasil produksi berupa senyawa metabolit sekunder spesifik yang menguntungkan bagi tanaman (Sari, 2020). Mikroorganisme yang dikenal dengan endofit ini termasuk kelompok bakteri, fungi, maupun actinomycetes.

Menurut Munif dkk., (2012) endofit memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa antimikroba, enzim, asam salisilat, etilena dan senyawa

sekunder yang berfungsi menginduksi ketahanan tanaman sehingga dapat meningkatkan tanaman terhadap gangguan penyakit tanaman. Mikroba endofit menghasilkan senyawa metabolit yang bersifat racun bagi patogen, atau dapat memicu terjadinya kompetisi nutrisi dan ruang. Endofit juga memiliki kemampuan untuk mereduksi produksi toksin yang dihasilkan oleh patogen sehingga tidak patogenik terhadap tanaman (Yulianti, 2013). Selain itu, mikroba endofit berperan juga untuk mencegah perkembangan penyakit dengan cara memproduksi siderofor.

Bakteri endofit dapat berperan sebagai agen biokontrol yang menekan perkembangan beberapa jenis patogen seperti nematoda dan serangga melalui mekanisme langsung maupun tidak langsung. Mekanisme langsung dapat dilakukan dengan cara memproduksi antimikroba, dapat dilakukan dengan kompetisi dalam memperoleh zat besi, nutrisi, ruang, serta parasitisme (Resti dkk., 2018). Secara tidak langsung dapat dilakukan melalui induksi ketahanan sistemik yaitu interaksi bakteri tertentu dengan akar yang memungkinkan tanaman tahan terhadap patogen potensial. Kelebihannya sebagai agen bio kontrol jika dibandingkan dengan agen lainnya berkaitan dengan keberadaannya dalam jaringan tanaman sehingga mampu bertahan dalam cekaman biotik maupun 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).

Fungi endofit berperan sebagai salah satu penghasil berbagai senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri, antifungi, antikanker, dan antivirus. Untuk meningkatkan ketahanan terhadap mikroba patogen pada tanaman inang, fungi endofit dapat berfungsi dengan senyawa bioaktif yang dihasilkannya. Spesifikasi inang asal fungi endofit dapat menjadi faktor penentu kemampuan dalam memproduksi senyawa bioaktif dari fungi endofit tersebut. Menurut Kuncoro dan Sugijatno (2011) menyatakan bahwa pemanfaatan senyawa bioaktif yang dihasilkan fungi endofit yang fungsional dapat menjadi strategi untuk memproduksi senyawa bioaktif tanpa perlu melakukan penebangan atau menunggu masa panen. Fungi endofit dapat memicu pertumbuhan tanaman

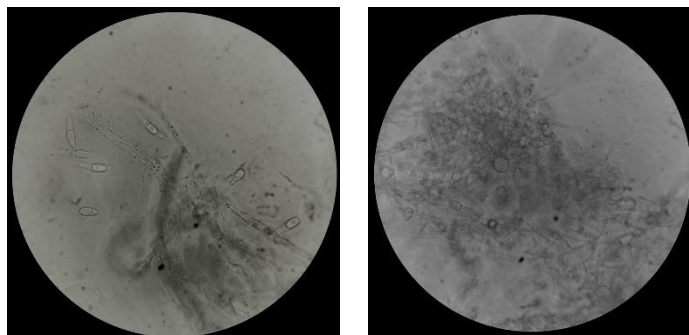
dengan menghasilkan berbagai substansi hormon yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman. Adanya interaksi *endosymbiont* dari fungi endofit dalam jaringan tanaman dapat menghasilkan hormon auksin yang meningkatkan pertumbuhan vegetatif (Saragih dkk., 2019).

### 2.1.3 *Pythium* sp.

*Pythium* sp. merupakan cendawan yang bersifat patogen bagi tanaman. Octriana (2011) menyebutkan bahwa cendawan tersebut menyebabkan penyakit pada benih berbagai macam tumbuhan. Cendawan *Pythium* sp. salah satu genus dari kelas oomycetes sebagai parasit endogenous juga penyebab penyakit pada akar tanaman sayuran seperti mentimun, tomat, bayam, selada (Chairat dan Pasura, 2013).

Adapun klasifikasi cendawan *Pythium* sp. menurut Parveen dan Sharma, 2015 sebagai berikut.

Kingdom	: Stramenopila
Filum	: Oomycota
Kelas	: Oomycetes
Subkelas	: Peronosporomycetidae
Ordo	: Pythiales
Famili	: Pythiaceae
Genus	: <i>Pythium</i>
Spesies	: <i>Pythium</i> sp.



Gambar 5. Kenampakan mikroskopis *Pythium* sp.  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)



*Pythium* sp. dikenal dengan berbagai variasi habitat mulai dari darat hingga perairan, pada tanah yang diolah maupun tanpa diolah, pada tanaman maupun hewan, pada air murni maupun air tercekam (salinitas). *Pythium* sp. dikenal bersifat parasit dan menyebabkan infeksi pada inangnya hingga merusak inang tersebut. Patogen tersebut tidak memiliki inang yang spesifik walaupun telah banyak dikenal. *Pythium* sp. juga dapat menyebabkan penyakit pada benih berbagai macam tanaman (Aji dan Zakkiyah, 2021).

Cendawan ini memiliki hifa hialin, tidak bersepta, hifa utama berukuran 5 sampai 7  $\mu\text{m}$ , lebar mencapai 10  $\mu\text{m}$ . Produksi miselium aerial pada cendawan *Pythium* sp. tergantung dengan medium yang digunakan (Plaats, 1981). Serangan *Pythium* sp. dimulai dari dalam tanah melalui ujung akar seperti akar pokok atau akar lateral, akibatnya tanaman menjadi layu, kulit akar busuk dan basah. Selain itu apabila telah menyebar, tunas dan daun bisa menjadi busuk dan coklat (Triwiratno, 2014).

*Pythium* sp. termasuk ke dalam kelas Oomycetes. *Pythium* sp. menghasilkan miselium berwarna putih yang tumbuh cepat dan membentuk sporangia. Sporangia dapat secara langsung bergerminasi dengan memproduksi satu atau beberapa tabung kecambah atau hifa dengan vesikel pada bagian ujung, dari vesikel dikeluarkan 100 atau lebih zoospora, mereka membentuk sista dan kemudian bergemini. Tabung germ yang dihasilkan dari proses germinasi dapat menjadi penetrasi jaringan inang untuk menginisiasi infeksi atau menghasilkan vesikel yang lain untuk melanjutkan siklus hidup zoospora. Miselium yang menghasilkan anteridia berbentuk klub berbentuk tabung germ yang masuk ke sperikal oogonia sampai terjadi fertilisasi. Dinding oogonium menebal untuk membentuk oospora. Dari oospora menghasilkan sporangia sampai siklus hidupnya terulang lagi (Pinaria dan Assa, 2017).

Selain sebagai patogen penyebab busuk akar, *Pythium* sp. juga menyebabkan berbagai penyakit lainnya seperti penyakit rebah kecambah pada beberapa tanaman, salah satunya tanaman mentimun. Penyakit busuk akar *Pythium* sp. disebabkan oleh *P. aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. sylvaticum* dan *P. myriotylum* terdapat di udara yang agak panas (25-36°C) dan tanah yang

lembab. Serangan jamur *Pythium* sp. akan lebih parah bila didukung oleh kelembaban tanah yang tinggi (Suleiman dan Emua, 2009). Tanah yang lembab kondusif untuk perkembangan fungi, karena oksigen yang rendah dapat mendorong dikeluarkannya eksudat dari biji. Eksudat ini dapat menstimulasi pertumbuhan *Pythium* sp. pada proses pembentukan jaringan tanaman. *Pythium* sp. bertahan hidup didalam tanah sebagai saprofit atau dengan membentuk spora istirahat seperti oospora, pembengkakan hifa, klamidospora dan zoospora yang terbungkus. Eksudat biji atau akar akan menstimulasi spora untuk bergerminasi (Pinaria dan Assa, 2017).

## **2.2 Kerangka pemikiran**

Patogen *Pythium* sp. dapat menyebabkan berbagai penyakit pada tumbuhan seperti rebah kecambah dan busuk akar. Biasanya patogen tersebut akan menyerang pada bibit tanaman yang baru ditanam, bahkan dapat menginfeksi perakaran yang belum muncul. Serangan *Pythium* sp. dimulai dari dalam tanah melalui ujung akar (akar pokok atau akar lateral), akibatnya tanaman menjadi layu, kulit akar jadi busuk dan basah. Selain itu, akan menyebabkan penurunan berat pada tanaman, karena akar tanaman yang terinfeksi akan kehilangan kemampuan dalam menyerap unsur hara dalam tanah, sehingga metabolisme akan terganggu. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa rimpang pada jahe yang terinfeksi busuk akar yang disebabkan *Pythium* sp. ditemukan pada kondisi basah, tampak sakit, lunak, dan membusuk secara bertahap (Dohroo, 2005). Selain pada jahe, *Pythium* sp. banyak menginfeksi tanaman ginseng amerika yang dibudidayakan secara komersial di Ontario, Kanada. Penyebaran terjadi melalui bibit yang terkena patogen dengan cara merusak bagian akar hingga dedaunan kemudian menularkan tanaman lain dan menyebabkan jumlah kematian tanaman terus meningkat (Reeleder dan Brammal, 1994).

Ginseng jawa adalah salah satu jenis tanaman obat yang tumbuh di Indonesia. Menurut Seswita (2010), tanaman ginseng jawa berpotensi untuk dibudidayakan. Bagian ginseng jawa yang banyak digunakan sebagai bahan obat adalah bagian akar. Akar ginseng jawa memiliki struktur membesar membentuk umbi akar. Ginseng jawa memiliki akar yang mirip dengan akar ginseng korea

(*Panax ginseng*). Tantangan pada budidaya tanaman yang memiliki umbi adalah adanya serangan hama serangga, nematoda, dan penyakit yang dapat mengurangi hasil dan kualitas tanaman. Ginseng jawa memiliki potensi terserang patogen *Pythium* sp. jika kondisi budidaya tidak sesuai. Patogen tersebut menyerang akar tanaman saat kondisi lembab atau kadar air tinggi, dalam keadaan tersebut aktivitas dan jumlahnya terus meningkat. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian Dohroo (2005), melaporkan bahwa akar tanaman jahe pada kondisi basah dengan kadar air lebih dari 50% ditemukan terinfeksi, tampak coklat, lunak, dan membusuk secara bertahap.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan mikroba endofit dalam budidaya ginseng jawa untuk agen biokontrol dan pertumbuhan tanaman. Beberapa spesies mikroba endofit telah diisolasi dari jaringan ginseng jawa dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Vendan dkk, (2010) bahwa terdapat 51 jenis isolat mikroba endofit yang ditemukan dari tanaman ginseng *panax* pada berbagai umur tanaman. Kemudian dalam Manik., dkk (2022) hasil isolasi endofit dari tanaman ginseng jawa didapatkan 42 isolat mikroba endofit. Utami dkk., (2016) menunjukkan bahwa dalam jaringan tanaman berkhasiat obat ginseng jawa (*Talinum paniculatum*) terdapat 7 isolat kapang endofit yang telah berhasil diisolasi diantaranya adalah *Fusarium semitectum*, *Aspergillus candidus*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium lateritium*, *Xylohypha* sp., dan *Colletotrichum gloeosporoides*. Hasil penelitian Utami dkk., (2016) juga menunjukkan bahwa setiap spesies endofit ginseng jawa mampu menghasilkan metabolit sekunder yang berperan untuk antibiotik. Setiap metabolit sekunder spesies endofit ginseng jawa memiliki jenis sifat aktivitas antibakteri dan daya hambat berbeda terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*.

Compants dkk., (2005) dalam reviewnya menyatakan bahwa penggunaan mikroba endofit sebagai agensia hayati, memiliki kelebihan sebagai perangsang tumbuh lebih baik dibanding mikroorganisme yang hidup bebas. Dalam temuan Dinesh dkk., (2015) menunjukkan bahwa kemampuan endofit untuk menekan pertumbuhan patogen sama dengan kemampuannya untuk memproduksi enzim hidrolitik yang bertanggung jawab untuk mendegradasi dinding sel patogen.

*Bacillus amyloliquefaciens* terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Pythium myriotylum* pada tanaman jahe. Kemudian pada Harni dkk., (2007) menunjukkan bahwa isolat mikroba endofit dari genera *Bacillus* sp, dengan metode perendaman akar mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menekan populasi mikroba patogen peluka akar. Konsentrasi atau kelimpahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah patogen *Pythium* sp. dengan kepadatan populasi konidium  $10^6$ , kelimpahan mikroba endofit terpilih yang digunakan  $10^9 - 10^{10}$  cfu/ml untuk bakteri, dan  $10^6$  untuk jamur endofit.

Studi molekuler terbaru tentang bakteri endofit memperlihatkan keanekaragaman yang sangat besar. Beberapa spesies endofit ada yang melalui proses kolonisasi pada tanaman sehingga membutuhkan waktu, selain itu beberapa jenis bakteri juga dapat mengeluarkan senyawa protein untuk mempermudah dalam proses kolonisasinya. Menurut Sumarsih (2003) waktu regenerasi bakteri adalah waktu yang diperlukan bakteri untuk membelah selnya dari satu sel menjadi dua sel anak dengan sempurna. Waktu regenerasi pada setiap bakteri tidak sama, ada yang hanya memerlukan 20 menit sampai berjam-jam atau berhari-hari. Dengan mempelajari interaksi bakteri dan waktu yang diaplikasikan dalam penelitian kali ini diharapkan dapat berperan dan berkontribusi dalam pertumbuhan tanaman dan penghambatan penyakit pada tanaman.

Mikroba endofit diaplikasikan pada tanaman memerlukan waktu yang tepat agar dapat mengoptimalkan pertumbuhan sel mikroba dalam mengkolonisasi perakaran dan jaringan tanaman (Husda, 2020). Dalam penelitian Marwan dkk., (2011) pemberian suspensi endofit dengan frekuensi sebanyak 3 kali yaitu melalui perendaman benih sebelum tanam, penyiraman pada perakaran tanaman saat tanam, dan penyiraman suspensi setelah 2 bulan tanam berpengaruh terhadap keparahan penyakit yang diinfeksi patogen. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil tanaman pisang yang di aplikasikan suspensi endofit sesuai ketentuan dapat menekan pertumbuhan penyakit darah sebesar 74,2-83,0%. Cut Meutia dkk., (2017) mengabarkan bahwa aplikasi jamur endofit pada media tanam kerapatan  $10^7$  satu minggu sebelum inokulasi patogen berpengaruh nyata terhadap serangan *Fusarium oxysporum* dengan waktu inkubasi terlama yaitu 83 hari, hal tersebut

dikarenakan endofit dapat menunda terjadinya infeksi patogen pada tanaman pisang yang menyebabkan patogen membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyerang tanaman. Penelitian Marnita dkk, (2017) menunjukkan hasil waktu aplikasi endofit *Penicilium* sp. umur 1, 3, 5, 7, dan 9 MST dengan cara perendaman akar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, hal ini diduga *Penicilium* sp. menghasilkan hormon yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Rita dkk, (2006) menyatakan bahwa metode aplikasi yang sering digunakan yaitu rendam dan siram. Pada aplikasi penuangan ke dalam perakaran, mikroba membutuhkan waktu dan proses untuk sampai masuk ke dalam akar, akibatnya patogen dapat melakukan penetrasi dengan cepat. Selain itu, lokasi endofit dalam jaringan tanaman menentukan posisi yang kuat terhadap pertahanan dan penyerangan patogen (Melnick dkk., 2008).

### **2.3 Hipotesis**

Dari uraian di atas, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- a. Terdapat interaksi antara waktu aplikasi dengan jenis bakteri endofit terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman ginseng jawa sebelum dan setelah infeksi patogen *Pythium* sp.
- b. Terdapat isolat bakteri endofit dan waktu aplikasi yang paling baik untuk menekan infeksi patogen *Pythium* sp.