

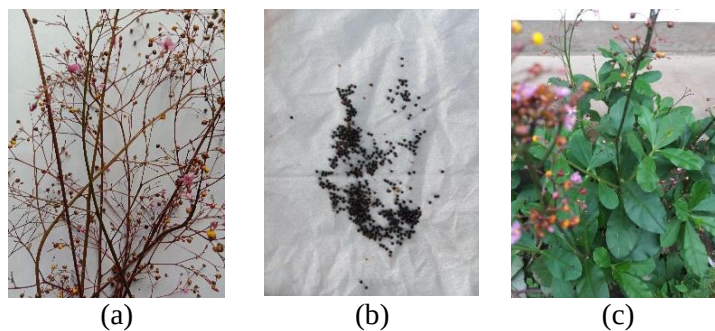
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Klasifikasi, morfologi, syarat tumbuh dan kandungan biokimia ginseng jawa

Ginseng jawa *Talinum paniculatum* (Geartn.) merupakan tanaman herba tahunan yang berasal dari kawasan Tengah dan Selatan Benua Amerika serta daerah Afrika bagian Selatan (Hidayat *et al.*, 2008). Tanaman ginseng jawa dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tanaman ginseng jawa

Keterangan: (a) Bunga ginseng jawa, (b) Biji ginseng jawa, (c) Daun ginseng jawa.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

Menurut Steenis (1992) dalam Dari (2020), tanaman ginseng jawa memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Sub Kelas	: Apetalae
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Portulacaceae
Genus	: <i>Talinum</i>
Spesies	: <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Geartn.

Ginseng jawa *Talinum paniculatum* (Geartn.) habitusnya berupa terna atau herba menahun dengan tinggi 0,3 - 0,9 m. Ginseng jawa merupakan tanaman semak menahun dengan batang berkayu, berbentuk bulat, sukulen, dan berwarna hijau;

secara singkat ginseng jawa memiliki daun berbentuk jorong memanjang dengan pangkal ujung runcing daun tunggal tersebar yang memiliki warna hijau, bulat telur terbalik berukuran 3 - 10 x 1,5 - 5 cm; rangkaian bunga berbentuk malai; memiliki buah muda berwarna kuning dan warna kecoklatan pada buah masak; akar ginseng jawa merupakan akar tunggal dengan banyak cabang, memiliki daging yang tebal berwarna coklat gelap berwarna abu-abu. Tanaman ginseng jawa memiliki bentuk ibu tangkai bunga yang bulat berwarna merah jambu keunguan, bunga akan mekar pada siang sampai sore hari. Buah/biji berbentuk bulat, berwarna merah muda kuning kecoklatan, sedangkan saat tua memiliki warna coklat kemerahan. Umur masak 20 - 22 hari setelah bunga mekar, dan memiliki biji hitam kecoklatan (Hidayat 2005; Van Steenis 1992; dan Sugiastuti *et al.*, 1996; dalam Dari, 2020).

Tanaman ginseng jawa dapat tumbuh pada dataran rendah sampai ketinggian tempat 1.250 m diatas permukaan laut. Curah hujan yang menghendaki tumbuhnya ginseng jawa adalah 2.000 - 4.000 mm/tahun. Jenis tanah yang dihendaki adalah tanah liat berpasir cukup gembur/subur serta banyak mengandung humus atau kandungan bahan organiknya tinggi. Ginseng pada intensitas cahaya yang tidak kurang dari 75% dapat tumbuh baik. Penanaman ginseng jawa dapat dilakukan dengan menggunakan jarak tanam 50×40 cm. Pemanfaatan akar ginseng jawa dapat dilakukan setelah tanaman berumur 7 bulan hisngga lebih dari satu tahun (Seswita, 2010).

Hasil skrining fitokimia ekstrak daun som jawa atau lebih dikenal dengan nama ginseng jawa menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mengandung senyawa flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, dan kuinon (Setyani, Setyowati, dan Ayuningtyas, 2016). Senyawa metabolit sekunder pada tanaman memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai antraktan (menarik organisme lain), pertahanan terhadap patogen, perlindungan adaptasi terhadap stress lingkungan, pelindung terhadap sinar ultra violet, sebagai zat pengatur tumbuh dan untuk bersaing dengan tanaman lain (alelopati) (Dalimunthe dan Rachmawan, 2017).

Kandungan kimia pada ginseng jawa masing-masing memiliki fungsi, diantaranya senyawa alkaloid bersifat sebagai antifungi karena alkaloid bekerja dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel jamur sehingga

menyebabkan gagalnya proses pembentukan dinding sel secara utuh yang akan menyebabkan sel menjadi mati (Maisarah *et al.*, 2023). Salah satu senyawa flavonoid yaitu fitoaleksin yang kuat melawan bakteri patogen, jamur nematoda, dan dapat bertindak sebagai penolak serangga. Pembentukan, akumulasi, dan sekresi fitoaleksin merupakan salah satu strategi perlindungan yang diterapkan tanaman dalam menanggapi serangan hama dan patogen. Fitoaklesin merupakan bahan kimia yang dikeluarkan tanaman sebagai respon terhadap hama dan patogen, guna menyangkal penyakit serta agen penyebab penyakit (Shah dan Smith, 2020). Saponin berupa koloid yang larut dalam air berbusa setelah dikocok serta memiliki rasa yang pahit. Saponin merupakan jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan tingkat tinggi. Saponin dapat menghancurkan sel-sel darah merah dengan kemampuan hemolisisnya (Tyler *et al.*, 1089 *dalam* Mien, Carolin, dan Firhani, 2015). Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran). Pada membran luar dinding sel bakteri membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Porin yang rusak akan mengurangi permeabilitas membran sel bakteri sehingga mengakibatkan sel bakteri tersebut akan kekurangan nutrisi, dengan demikian pertumbuhan bakteri akan terhambat atau mati karena porin merupakan pintu keluar masuknya senyawa seperti nutrisi, antibiotik, dan senyawa lainnya (Antoniolli, Andrade, dan Marchioro 2004 *dalam* Rahmawatiani, Mayasari, dan Narsa, 2020).

2.1.2 Mikroba endofit penghasil metabolit sekunder, peranan dan potensinya

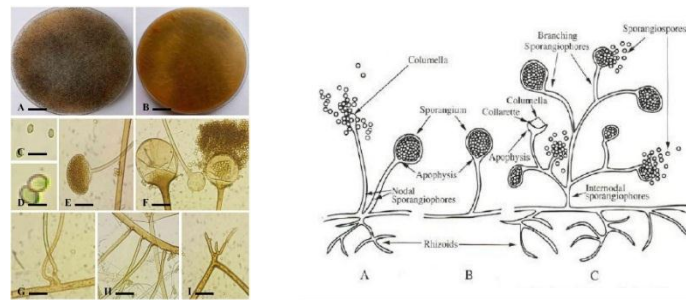
Kemampuan mikroba endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar untuk mencari senyawa bioaktif baru yang potensial seperti antibiotik, antioksidan, dan senyawa lainnya. Metabolit diklasifikasikan menjadi dua, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer penting untuk pertumbuhan kehidupan makhluk hidup. Metabolit primer terbentuk dalam jumlah yang terbatas, sedangkan metabolit sekunder terbentuk dari metabolit primer pada kondisi stres yang tidak digunakan untuk pertumbuhan. Secara langsung pembentukan metabolit sekunder diatur oleh nutrisi, penurunan kecepatan pertumbuhan, *feedback control*, inaktivitas enzim, dan induksi enzim (Novfiani, 2008). Metabolit sekunder secara tidak

langsung berperan dalam pertumbuhan melalui mekanisme perlindungan tanaman dari serangan hama dan penyakit sehingga meningkatkan kemampuan tumbuh untuk beradaptasi dengan lingkungan. Metabolit sekunder dimanfaatkan oleh tanaman untuk berinteraksi dengan lingkungannya. Setiap jenis senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi yang berbeda. Senyawa metabolit sekunder tidak esensial bagi kelangsungan hidup tanaman namun memberikan fungsi sebagai mekanisme pertahanan bagi tanaman dari cekaman biotik maupun abiotik, feromon, melindungi dari stress lingkungan, *phytoaleksin*, proteksi terhadap UV, sebagai ZPT (Zat Pengatur Tumbuh), sebagai alelopati, antioksidan, serta sebagai bahan baku obat (Perangin-Angin *et al.*, 2019).

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme menguntungkan yang berinteraksi dengan tanaman inang tanpa menyebabkan gangguan atau kerusakan pada tanaman. Beberapa studi menunjukkan bahwa bakteri endofit tertentu dapat memproduksi senyawa kimia yang memiliki efek kesehatan seperti enzim, zat pengatur tumbuh, zat antimikroba, antifungi, dan antikanker (Desriani *et al.*, 2014; Kumala dan Biomed, 2019). Hallmann (1997) dalam Foeh, Temaja, dan Khalimi (2019), menyatakan bahwa bakteri endofit menghasilkan antibiotik dan enzim pendegradasi yang dapat menghambat perkembangan patogen secara *in vitro*, endofit juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dengan menginduksi reaksi ketahanan tanaman.

2.1.3 *Rizophus stolonifer*

Rhizopus stolonifer yang dikenal sebagai jamur hitam pada roti (*black bread mold*) merupakan salah satu jamur yang menyebabkan busuk pada bahan makanan, buah dan sayuran. *Rhizopus stolonifer* juga merupakan agen penyakit tanaman yang mampu merusak bahan organik melalui dekomposisi, sporanya dapat ditemukann di udara dan tumbuh cepat pada suhu antara 15 - 30⁰C (Natawijaya, Saepudin, dan Pangesti, 2015). Penampakan *Rhizopus stolonifer* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Rhizopus stolonifer*
(Sumber: Virgianti, 2015)

Menurut Lestari, Elfrida, dan Indriyati (2019), klasifikasi *Rhizopus stolonifer* sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Zygomycota
Kelas	: Zygomycetes
Ordo	: Rhizopodales
Famili	: Rhizopodaceae
Genus	: <i>Rhizopus</i>
Spesies	: <i>Rhizopus stolonifer</i>

Rhizopus stolonifer memiliki *Sporangiofor* dengan ukuran garis tengahnya sampai 34 μm , memiliki panjang 1-3,5 mm, berdinding halus, tidak bersekat, berwarna coklat muda, tidak bercabang, serta berkelompok (3-5) pada geragih di depan *zigoid*. *Sporangium Rhizopus stolonifer* bergaris tengah dengan ukuran yang berkisar antara 100-350 μm , bentuknya bulat atau agak jorong dengan dasar yang agak mendatar, mula-mula berwarna putih lalu menjadi hitam, dan mengandung banyak spora. *Columella Rhizopus stolonifer* berukuran 63-224 x 70-140 μm dan lehernya kurang jelas atau tidak ada. *Sporangiospora Rhizopus stolonifer* berukuran 8-20 μm dengan bentuk yang tidak teratur, bulat, jorong, memanjang, bersudut, berwarna hitam kecoklatan, bersel satu, isinya homogen, dan tampak bergaris-garis. *Zygospora* (zygospore) *Rhizopus stolonifer* dibentuk apabila isolat-isolat yang kompatibel tumbuh bersama-sama, garis tengahnya berkisar 103-180 μm , berbentuk bulat atau agak tertekan di antara dua suspensor, berwarna hitam kecoklatan, serta berdinding tebal dan kasar. *Suspensor Rhizopus stolonifer* memiliki lebar yang berkisar antara 62-118 μm , membengkak, biasanya tidak

sama besar dan tampak agak berbutir-butir. Jamur tidak membentuk *klamidospora* (Semangun, 2004).

Menurut Ventura *et al.* (2004) dalam Tan, Ali, dan Siddiqui (2023) busuk lunak *Rhizopus* merupakan penyakit pasca panen buah pepaya yang secara umum menyerang pada masa penyimpanan dan selama transportasi sehingga menyebabkan potensi kehilangan sekitar lebih dari 50%. Selain itu Ansiska *et al.*, (2023) menyatakan bahwa *Rhizopus stolonifer* merupakan jamur patogen yang menyerang buah stroberi yang dapat menyebar dengan cepat pada buah stroberi yang telah terinfeksi jamur atau virus. Penyebaran *Rhizopus stolonifer* difasilitasi oleh stolon yang dapat menempel pada permukaan buah sehat di lingkungan melalui zigoid (Feliziani dan Romanazzi, 2016).

Rhizopus stolonifer dapat bereproduksi secara aseksual dan seksual. Kapang tersebut merupakan spesies *heterothalus*. Reproduksi seksual terjadi ketika strain kawin yang sesuai dipasangkan, yang akhirnya menghasilkan *zygospora*. *Sporangiofor* mengandung jenis tipe perkawinan '+' dan '-'. Meiosis ditunda sampai perkecambahan *zygospora*. Gametogonium sering berbeda ukurannya apapun jenis kawinnya. Perbedaan ukuran ini bukan karena hubungan seks, tetapi mungkin karena nutrisi (Soesanto, 2020). Gangguan patogen terhadap tanaman tidak hanya terhenti sampai dengan panen, tetapi masih dilanjutkan pada hasil tanaman sampai hasil tersebut dikonsumsi (Martoredjo, 1984). Penampakan buah yang terserang jamur *Rhizopus stolonifer* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Buah stroberi terserang patogen *Rhizopus stolonifer*
(Sumber: Urban hidroponik, 2016)

Terjadinya infeksi akibat *Rhizopus stolonifer* biasanya memerlukan kerusakan mekanis pada permukaan buah. Apabila patogen telah masuk kedalam

jaringan buah melalui jaringan yang terluka, maka miselianya menyebar ke sekitar lokasi infeksi dengan sangat cepat.

2.2 Kerangka pemikiran

Busuk lunak merupakan penyakit pascapanen yang menyerang buah melalui infeksi jamur patogen *Rhizopus stolonifer*. Patogen ini tumbuh pada lingkungan yang lembab seperti tanah, dan bahan organik yang membusuk. Beberapa usaha pengendalian terhadap serangan patogen *Rhizopus stolonifer* telah dilakukan dengan tujuan agar dapat menurunkan tingkat serangan patogen pada periode pascapanen.

Upaya yang dapat dilakukan dalam pengendalian patogen yaitu dengan menggunakan agen hayati yang dipadukan dengan komponen pengendalian hama terpadu. Namun kendala di lapangan sulit terlaksana/diaplikasikan karena memerlukan lingkungan yang sesuai untuk musuh alami, biaya yang relatif besar, serta memerlukan patogen residu. Pengendalian patogen yang dilakukan petani pada umumnya yaitu dengan menggunakan fungisida, bakterisida, atau bahan kimia lainnya yang menyebabkan residu bahan kimia serta resistensi patogen. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian secara organik dengan yang ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan residu. Salah satu pengendalian organik adalah dengan memanfaatkan agen hayati

Isolat mikroba endofit dari akar ginseng jawa pada penelitian yang dilakukan oleh Manik *et al.*, (2023) dengan kode isolat GJ-9 telah diidentifikasi sebagai bakteri *Candida spencermartinsiae* dan FN-1 merupakan fungi *Aspergillus flavus*, yang memiliki khasiat antijamur bagi patogen *Rhizopus stolonifer* dengan presentase penghambatan lebih dari 50%. Hal tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa ekstrak metabolit sekunder isolat mikroba endofit memiliki potensi menghambat pertumbuhan patogen *Rhizopus stolonifer*. Hastuti, Rahmawati, dan Al Asna (2016) mengisolasi tujuh spesies kapang endofit yang diisolasi dari tanaman ginseng jawa dapat menghasilkan metabolit sekunder yang terbukti mempunyai daya antibakteri terhadap bakteri uji. Metabolit sekunder tanaman diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang memiliki beberapa fungsi dalam respon pertahanan tanaman terhadap berbagai interaksi patogen. Hasil penelitian

Widya Putri dan Herdyastuti (2021) menyatakan bahwa isolat endofit A dan B mengandung metabolit sekunder jenis senyawa flavonoid dan fenolik yang berpotensi memiliki aktivitas antioksidan. Gusnadi *et al.*, (2023) menyatakan bahwa *P. fluorescens* dapat mengeluarkan berbagai senyawa metabolit sekunder seperti asam sianida, siderofor, dan beberapa antibiotik. *P. fluorescens* mampu menekan berbagai patogen penyebab penyakit tanaman dan dapat digunakan sebagai agen biokontrol.

Hasil uji antibakteri pada penelitian Pao *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa ekstrak daun ginseng jawa (*Talinum paniculatum* (Jack.) Gaertn) dapat menghambat bakteri *Escherichia coli* dengan diameter daya hambat yang tergolong sangat kuat pada konsentrasi 80% dan 60% serta kategori kuat pada konsentrasi 40%, 20%, 10% dan 5%. Semakin tinggi kandungan ekstrak, maka semakin besar diameter zona hambat yang terbentuk.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diusulkan hipotesis sebagai berikut:

1. Diketahui jenis senyawa yang dihasilkan dari ekstrak metabolit sekunder isolat mikroba endofit akar ginseng jawa
2. Ekstrak metabolit sekunder isolat mikroba endofit akar ginseng jawa dapat menghambat pertumbuhan patogen *Rhizopus stolonifer*.