

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jamur merupakan salah satu kelompok patogen utama yang menyebabkan penyakit pada berbagai tanaman pertanian dan hortikultura secara luas. Jamur patogen dapat menginfeksi hampir semua bagian tanaman, seperti daun, batang, akar, dan buah, sehingga menimbulkan berbagai gejala penyakit seperti bercak daun, hawar, busuk, dan layu. Penyakit yang disebabkan oleh jamur dapat menurunkan produksi dan kualitas hasil panen secara signifikan, bahkan menyebabkan kematian tanaman bila serangan berat (Dewi, 2022). Salah satu penyakit tanaman yang dapat menyebabkan penurunan hasil tanaman pertanian yaitu penyakit layu oleh Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Smith) W.C. Snyder & H.N. Hansen (Tanjung *et al.*, 2022). Jamur *Fusarium* pembawa tanah yang dapat menyebabkan layu pada tanaman dengan gejala lesi coklat pada batang, layu, dan warna kuning pada daun, dan kematian tanaman, jamur *Fusarium* ini sering menyerang tanaman pisang. (Hakim *et al.*, 2025). Tanaman pisang yang terserang layu *Fusarium* menjadi tidak produktif menghasilkan buah dan lama kelamaan mati. Anakan pisang yang induknya terserang juga terinfeksi, sehingga tanaman tidak mampu menghasilkan anakan yang dapat ditanam kembali. Pengendalian penyakit ini sering kali bergantung pada penggunaan fungisida kimia, yang dapat menyebabkan masalah resistensi dan dampak negatif terhadap ekosistem (Brown, 2020).

Jamur *Fusarium* memiliki kemampuan untuk bertahan dalam tanah dalam jangka waktu yang lama, membuatnya sulit untuk dikendalikan. Selain itu, jamur ini dapat berkembang biak dengan cepat dalam kondisi lingkungan yang mendukung, seperti kelembaban tinggi dan suhu yang sesuai (Leslie *et al.*, 2006). Selama ini, pengendalian jamur banyak bergantung pada penggunaan fungisida sintetis. Meskipun efektif, penggunaan fungisida kimia dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai permasalahan dan menyebabkan kerugian bagi petani, seperti resistensi patogen, pencemaran lingkungan, serta risiko residu berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan (Fernandez *et al.*, 2015). Oleh karena itu, diperlukan

alternatif pengendalian yang ramah lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Penggunaan fungisida sintetik juga dapat menimbulkan kerugian yang dapat mengakibatkan terjadinya resurgensi hama, resistensi hama sasaran serta keracunan pada manusia dan mencemari lingkungan (Chatri, 2014). Akibat intensifnya penggunaan fungisida sintetik, beberapa jenis patogen telah resisten terhadap pestisida kimiawi serta terdapatnya residu bahan kimia pada hasil pertanian. Untuk mengurangi intensitas penggunaan fungisida sintetik, perlu dikembangkan metode perlindungan tanaman yang aman digunakan bagi masyarakat dan lingkungan.

Penggunaan ekstrak daun sebagai agen antijamur memberikan beberapa keuntungan potensial dibandingkan dengan fungisida sintetik. Ekstrak tumbuhan cenderung memiliki mekanisme aksi yang lebih rumit, sehingga potensi pengembangan resistensi oleh patogen mungkin lebih rendah. Selain itu, ekstrak tumbuhan seringkali dianggap lebih ramah lingkungan dan berpotensi lebih aman bagi kesehatan manusia jika digunakan dengan tepat (Kaur dan Arora, 2020).

Banyak tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida ramah lingkungan dan aman bagi konsumen, salah satunya tanaman buah salju (*Inga sp.* Mill.) yang merupakan tumbuhan asli hutan Amazon (Pennington dan Revelo, 1997). Tanaman ini memiliki tingkat ketahanan lingkungan yang tinggi (hardy tree) yang tumbuh di Amerika, yang mampu tumbuh di iklim subtropis yang mengalami curah hujan tinggi dan intensitas cahaya tinggi. Di Indonesia, tanaman buah salju juga dapat ditemukan di daerah Bedugul, Bali (Sukri *et al.*, 2019).

Penelitian oleh Lima *et al* (2020) menunjukan bahwa senyawa yang terkandung dalam daun buah salju (*Inga sp.* Mill) terdapat senyawa seperti Fenolik dan flavanoid . Peneletian Oleh Parwati, 2023) menyatakan bahwa berdasarkan uji skrining fitokimia biji buah salju (*Inga edulis*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid, yang dimana senyawa- senyawa ini memiliki aktivitas yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, hasil ini menunjukkan potensi besar tanaman ini sebagai sumber bahan aktif biofungisida. Meskipun hasil awal ini menjanjikan, Namun pemanfaatan daun buah salju sebagai agen pengendali jamur dalam konteks pertanian, khususnya terhadap patogen tular tanah seperti Jamur *Fusarium*, masih

belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak daun buah salju (*Inga sp.* Mill.), dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen serta menentukan konsentrasi ekstrak yang optimal.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah ekstrak daun buah salju (*Inga sp.* Mill) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium*?
2. Berapakah besar zona hambat terhadap daun buah salju (*Inga sp.* Mill) terhadap jamur *Fusarium*?
3. Bagaimanakah persentase daya hambat yang dapat di timbulkan ekstrak etanol daun tanaman buah salju terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium* pada masing-masing konsentrasi?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan

1. Untuk mengetahui ekstrak dari daun buah salju (*Inga sp.* Mill.) dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium*.
2. Untuk mengetahui besar zona hambat yang terbentuk pada berbagai konsentrasi ekstrak etanol daun buah salju (*Inga sp.* Mill.), terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium*.
3. Mengetahui berapa persentase daya hambat ekstrak etanol daun tanaman buah salju (*Inga sp.* Mill.), terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium* pada masing-masing konsentrasi.

1.3.2. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis/Akademik

Untuk menambah pengetahuan tentang kandungan senyawa metabolit sekunder dari ekstrak tanaman buah salju (*Inga sp.* Mill) dan manfaatnya sebagai antijamur terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium*.

2. Manfaat Praktis

Setelah kandungan dari ekstrak tanaman daun buah salju (*Inga sp.* Mill.) diketahui, dapat meningkatkan daya guna dan pemanfaatan tanaman buah salju sesuai dengan kandungannya sebagai antijamur.

1.4. Hipotesis

Ekstrak etanol daun buah salju (*Inga sp.* Mill.) pada konsentrasi 10% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* dengan menghasilkan diameter zona hambat dan persentase hambatan tertinggi



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Buah Salju (*Inga sp.* Mill.)

2.1.1. Klasifikasi Dan Morfologi

Tanaman buah salju merupakan pohon yang memiliki tingkat ketahanan lingkungan yang tinggi (hardy tree), mampu tumbuh pada daerah subtropis dengan curah hujan dan intensitas cahaya yang tinggi. yang tumbuh di Amerika. Dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian hingga 2200 mdpl yang tidak terdapat embun beku (Setiadi, 2021). Buah salju dibudidayakan secara, sampai-sampai daerah asal spesies yang tepat tidak pasti. Namun, di Amerika Selatan spesies ini digunakan sebagai tanaman buah dan naungan untuk tanaman lain yang penting secara ekonomi, seperti kopi dan kakao. Di Indonesia tepatnya di Bedugul, jenis tanaman ini dikenal secara lokal sebagai buah es krim atau buah salju karena sarcotestanya yang manis, lembut, dan putih mirip dengan salju atau es krim (Duke, 1983).

Menurut Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2025, tanaman buah salju (*Inga sp.* Mill.) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae -Tanaman
- Division : Tracheobionta -Tanaman berpembuluh
- Class : Magnoliopsida - Tanaman berbunga
- Order : Fabales - Tanaman polong-polongan
- Family : Fabaceae -Tanaman Kacang-kacangan
- Genus : *Inga* Mill. (*inga*) - Buah Salju

Meskipun tumbuh menyerupai pohon, tanaman biji es krim sebenarnya termasuk kelompok kacang-kacangan. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai tinggi sekitar 60 kaki (± 18 meter). Setelah berumur sekitar empat tahun, tanaman mulai menghasilkan polong buah dengan panjang mencapai satu kaki (± 30 cm) yang berisi biji seukuran kacang, dilapisi daging buah berwarna putih menyerupai kapas yang dapat dimakan dan memiliki rasa manis (Helen, 2024).



Gambar 1. Tanaman Buah salju (Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

Dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian hingga 2200 mdpl yang tidak terdapat embun beku (Lim, 2012). Meski tumbuh 2 seperti pohon, biji es krim sebenarnya adalah kacang-kacangan. Ia dapat tumbuh setinggi 60 kaki atau lebih, dan setelah empat tahun di dalam tanah ia mulai mengeluarkan polong sepanjang satu kaki yang dikemas dengan biji seukuran kacang yang dibungkus dengan penutup kapas yang dapat dimakan, manis (Parwati,2023).

Tanaman buah salju merupakan pohon tropis cepat tumbuh yang memiliki daun berseling, menyirip genap, dengan 4–6 pasang anak daun oval berwarna hijau tua dan sedikit berbulu, serta kelenjar nektar khas di tangkai daun. Bunganya harum, tanpa tangkai, dengan kelopak dan mahkota berlobus lima serta benang sari putih panjang hingga 4,5 cm. Buahnya berupa polong silindris sepanjang hingga 1 meter, berwarna hijau atau coklat kekuningan, berisi 10–20 biji hijau yang dibungkus daging buah putih manis seperti kapas. Tanaman ini berasal dari Meksiko hingga Amazon dan kini tersebar luas di daerah tropis sebagai peneduh alami serta penambat nitrogen yang menyuburkan tanah (Silvia, 2020).

2.1.2. Kandungan Fitokimia pada Daun Tanaman Buah salju (*Inga sp.* Mill.)

Tanaman buah salju mengandung berbagai senyawa fitokimia yang berkontribusi pada aktivitas biologisnya, seperti antioksidan, antiinflamasi, dan

antimikroba. Berikut beberapa senyawa fitokimia yang telah diidentifikasi dalam tanaman ini:

1. Alkaloid

Alkaloid adalah kelompok atau golongan kimia metabolit sekunder asal tumbuhan atau hewan dengan struktur yang mempunyai atom nitrogen (umumnya terikat dalam lingkaran heterosiklik), bersifat basa, serta mempunyai aktivitas fisiologis tertentu (Fikayuniar, 2022). Ciri khas alkaloid adalah bahwa semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom N yang bersifat basa dan pada umumnya merupakan bagian dari cincin heterosiklik (batasan ini tidak terlalu tepat karena banyak senyawa heterosiklik nitrogen lain yang ditemukan di alam yang bukan tergolong alkaloid). Menurut klasifikasinya, alkaloid dapat dibedakan atas beberapa jenis, yaitu alkaloid pirolidin, alkaloid piperidin, alkaloid isokuinolin, alkaloid indol, alkaloid piridin dan alkaloid tropana. Cara lain untuk mengklasifikasi alkaloid adalah klasifikasi yang didasarkan pada jenis tumbuhan darimana alkaloid ditemukan. Hanya saja kelemahannya adalah bahwa suatu alkaloid tertentu tidak hanya ditemukan pada satu keluarga tumbuhan tertentu saja (Kristanti *et al.*, 2019).

2. Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang ada pada banyak macam tanaman. Fungsi dalam tumbuh-tumbuhan tidak diketahui, mungkin sebagian bentuk penyimpanan karbohidrat, atau merupakan waste product dari metabolisme tumbuh-tumbuhan. Saponin adalah senyawa metabolit sekunder dalam tumbuhan yang bersifat dapat membentuk busa, serta dapat menghemolisis sel darah merah. Struktur kimia umumnya merupakan glikosida, yang bila dihidrolisis akan menghasilkan bagian glikon (senyawa non gula). Struktur steroid, hingga ditinjau dari strukturnya saponin-steroid. Reaksi pengenalan saponin didasarkan pada sifatnya yang mampu memberikan busa pada pengocokan dan persisten pada penambahan sedikit asam atau pendiaman. Pereaksi HCl 2% dengan cara HCl pekat diambil sebanyak 1 ml dilarutkan dalam 50 ml akuades. Metode penapisan: diatas tangas air, dalam tabung reaksi, simplisia dicampur dengan air dan dipanaskan beberapa saat. Kemudian disaring, setelah dinding filtrat dalam tabung reaksi

dikocok kuat-kuat selama lebih dari kurang 10-30 detik. Pembentukan busa sekurang-kurangnya setinggi 1–10 cm serta tidak hilang persisten selama 10 menit pada penambahan 1 tetes asam klorida (HCl) encer menunjukkan bahwa dalam simplisia terdapat saponin (Fikayuniar, 2022).

3. Tanin

Tanin adalah senyawa polifenol dengan gugus hidroksil yang kompleks dan mempunyai bentuk yang beragam dengan berat molekul tinggi sekitar 500 hingga 20.000 Da. Tanin mempunyai fungsi biologis yang kompleks karena dapat mengendapkan protein, gelatin, dan alkaloid. Tanin juga dapat berperan sebagai antioksidan biologis, pengkelat logam dan menangkap radikal bebas. Pada tumbuhan tanin berfungsi sebagai pertahanan diri dari serangan bakteri, fungi, virus, insekta herbivora dan vertebrata herbivora. Tanin umumnya terdapat hampir di semua bagian tanaman seperti pada daun, batang, kulit kayu dan juga buah. Tanin terbagi atas dua jenis, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Pada tanaman, jumlah tanin terkondensasi lebih dominan dari pada tanin terhidrolisis (Hersila *et al.*, 2023).

4. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan fenol alam terbesar yang terdapat dalam semua tumbuhan berpembuluh. Semua flavonoid, menurut strukturnya merupakan turunan senyawa induk flavon yang mempunyai sejumlah sifat yang sama. Dalam tumbuhan, aglikon flavonoid terdapat dalam berbagai bentuk struktur. Metode penampisan, senyawa dipanaskan dengan campuran logam magnesium (Mg) dan 1 ml asam klorida pekat (HCl pekat), kemudian disaring. Adanya flavonoid akan menyebabkan filtrat berwarna merah kuning, atau jingga yang dapat ditarik oleh amil alkohol. Untuk lebih memudahkan pengamatan sebaiknya menggunakan percobaan blanko (Fikayuniar, 2022).

5. Steroid

Senyawa steroid merupakan senyawa yang terdapat pada hewan dan tumbuhan. Steroid pada tumbuhan secara umum terdapat dalam bentuk sterol (Suryelita *et al.*, 2017).

2.2. Jamur *Fusarium*

2.2.1. Klasifikasi dan Morfologi

Jamur *Fusarium* bergantung pada tanaman untuk mendapatkan nutrisi dan mengembangkan mekanisme yang memungkinkannya masuk ke dalam tanaman, yang dilakukan melalui perkembangan hifa dan perubahan fisiologis yang melibatkan produksi enzim untuk membantu penetrasi (Joshi, 2018).

Keadaan lingkungan dan kondisi tanah sangat mendukung terjadinya infeksi pada tanaman serta manifestasi penyakit. Jamur *Fusarium* dapat bertahan hidup relatif lama dalam tanah dengan membentuk miselium atau spora tanpa inang. Konidia atau sporanya disebarkan melalui angin, air hujan, kelembaban, media tumbuh, dan suhu di lingkungan pertanaman (Soenartiningih *et al.*, 2016).

Menurut Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2025, Jamur *Fusarium* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :



Kingdom	: Fungi (jamur)
Divisi/Filum	: Ascomycota (Jamur kantung)
Subdivisi	: Pezizomycotina
Class	: Sordariomycetes
Order	: Hypocreales
Family	: Nectriaceae
Genus	: <i>Fusarium</i>

Sifat jamur *Fusarium* menunjukkan bahwa *Fusarium* masih dikategorikan sebagai patogen yang ukurannya kecil dan hidupnya bersifat parasitoid, bergantung pada tanaman inang untuk berkembang. Populasi jamur ini meningkat jika tanaman inang ditanam berulang di lokasi yang sama. Infeksi oleh *Fusarium* tetap terjadi melalui jaringan akar termasuk meristem akar, terutama jika ada luka yang mempermudah penetrasi jamur (Saputra, 2020).



Gambar 2. Jamur *Fusarium*, koleksi, Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Udayana Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

Jamur *Fusarium* memiliki struktur yang terdiri dari mikronidia dan makronidia. Permukaan koloninya berwarna ungu dan tepinya bergerigi serta memiliki permukaan yang kasar berserabut dan bergelombang. Di alam, jamur ini membentuk konidium. Konidiofor bercabang-cabang dan makrokonidium berbentuk sabit, bertangkai kecil dan seringkali berpasangan. Miselium terutama 7 terdapat di dalam sel khusus di dalam pembuluh, juga membentuk miselium yang terdapat diantara sel-sel, yaitu di dalam kulit dan di jaringan parenkim didekat terjadinya infeksi jamur fusarium (Oktaviani *et al.*, 2018).

Jamur *Fusarium* adalah fungi aseksual yang menghasilkan 3 spora, makrokonidia merupakan spora berbentuk panjang dan melengkung dengan ujung yang menyempit menyerupai bulan sabit, terdiri dari 3 hingga 5 sel, dan umumnya ditemukan di permukaan, mikrokonidia adalah spora berukuran kecil yang terdiri dari 1 hingga 2 sel, dihasilkan oleh Jamur *Fusarium* dalam berbagai kondisi, serta mampu menginfeksi tanaman; bentuknya bulat hingga oval, uniseluler, dan tidak berwarna. Selain itu, terdapat juga klamidiospora, yaitu spora berdinding tebal yang dapat bertahan dalam kondisi dorman dan tetap berpotensi menginfeksi tanaman, serta mampu tumbuh di lingkungan berair (Pianara, 2020).

2.2.2. Daur Hidup Jamur *Fusarium*

Jamur *Fusarium* mengalami fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis, cendawan hidup sebagai parasit pada tanaman inang. Apabila tidak ada

tanaman inang, patogen hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa tanaman dan masuk fase saprogenesis, yang dapat menjadi sumber inokulum untuk menimbulkan penyakit pada tanaman lain. Penyebaran propagul dapat terjadi melalui angin, air tanah, serta tanah terinfeksi dan terbawa oleh alat pertanian dan manus (Oktaviani, 2018).

2.2.3. Gejala Serangan Jamur *Fusarium*

Jamur *Fusarium* merupakan jamur yang mampu bertahan lama dalam tanah sebagai kladospora, yang terdapat banyak dalam akar sakit. Jamur mengadakan infeksi melalui akar. Adanya luka pada akar akan meningkatkan infeksi. Setelah masuk ke dalam akar, jamur berkembang sepanjang akar menuju ke batang dan di sini jamur berkembang secara meluas dalam jaringan pembuluh sebelum masuk ke dalam batang palsu. Pada tingkat infeksi lanjut, miselium dapat meluas dari jaringan pembuluh ke parenkim. Jamur membentuk banyak spora dalam jaringan tanaman sehingga tanaman menjadi sakit dan tidak sehat (Oktaviani, 2018).

Jamur *Fusarium* menyerang tanaman melalui akar dan akan tumbuh pada urat kayu. Gejala serangan yang pertama adalah menguningnya daun bagian bawah, kemudian daun bagian atas. Selain itu, tulang daun bagian atas berubah menjadi pucat, kemudian tangkai daun menjadi rapuh, menyebabkan tanaman layu total. Pembusukan terjadi pada batang dan pada ikatan pembuluh akan dijumpai cincin berwarna coklat. Patogen ini akan menginfeksi akar muda tanaman, kemudian tumbuh dan menyebar ke pembuluh batang. Adanya distribusi ini akan menyebabkan terhambatnya pengangkutan air dan unsur hara dalam tanaman (Putra *et al.*, 2019).

Jamur *Fusarium* bersifat tanah-borne artinya hidup di dalam tanah dan dapat bertahan dalam jangka waktu tertentu tanpa adanya inang. Jamur *Fusarium* menyebar melalui tanah yang terinfeksi, alat pertanian yang tidak steril, atau bahkan melalui bibit yang terkontaminasi. Proses infeksi dimulai ketika spora jamur ini masuk ke dalam jaringan akar tanaman yang lemah atau terstimulasi oleh kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Setelah spora masuk, jamur mulai berkembang biak dan menyebar melalui sistem pembuluh tanaman, mengganggu aliran air dan nutrisi sehingga menyebabkan layu pada tanaman (Sari *et al.*, 2018).

2.3. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan zat-zat dari bahan padat maupun cair menggunakan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan hanya mengekstrak tanpa menyebabkan material lain ikut. Pelarut yang biasanya digunakan yaitu etanol, metanol, n-heksan, etil asetat, aseton dan benzena. Proses ekstraksi pada dasarnya merupakan proses perpindahan massa dari komponen zat padat yang terdapat pada simplisia atau sumber lainnya ke dalam pelarut organik yang digunakan pada proses ekstraksi. Pelarut organik selanjutnya menembus dinding sel dan terus masuk ke dalam rongga sel tumbuhan yang mengandung zat aktif. Zat aktif selanjutnya akan terlarut ke dalam pelarut organik pada bagian luar sel untuk selanjutnya berdifusi masuk ke dalam pelarut. Proses ini terus berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi zat aktif antara zat yang terdapat di dalam sel dengan konsentrasi zat aktif yang berada di luar sel. Sampel yang diekstraksi dapat berbentuk sampel segar ataupun sampel yang telah dikeringkan. Sampel yang umumnya digunakan adalah sampel segar karena penetrasi pelarut akan berlangsung lebih cepat. Selain itu penggunaan sampel segar dapat mengurangi kemungkinan terbentuknya polimer resin atau artefak lain yang dapat terbentuk selama proses pengeringan. Penggunaan sampel kering juga memiliki kelebihan yaitu dapat mengurangi kadar air yang terdapat dalam sampel, sehingga dapat mencegah kemungkinan rusaknya senyawa akibat aktivitas anti mikroba. Berdasarkan suhu ekstraksinya metode ekstraksi terbagi menjadi 2 jenis yaitu ekstraksi cara panas dan cara dingin (Triyanti., et al 2025).

UNMAS DENPASAR

2.4. Maserasi

Maserasi merupakan proses pengestrakan simplisia dengan menggunakan pelarut, yang dilakukan dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Tujuan dari pengadukan ini adalah untuk meratakan konsentrasi larutan di luar butir serbuk simplisia sehingga terjadi perpindahan zat aktif dari dalam sel ke pelarut secara efisien hingga mencapai keseimbangan konsentrasi antara larutan di dalam dan di luar sel. Proses ini biasanya berlangsung selama beberapa hari, dengan suhu sekitar 15-20°C, tanpa pemanasan, dan dilakukan dalam wadah tertutup yang terlindung dari cahaya langsung. Pelarut yang digunakan bisa berupa pelarut polar maupun non-polar

tergantung jenis simplisia dan zat yang akan diekstraksi. Kelebihan metode maserasi adalah alat dan tekniknya sederhana serta biaya operasional relatif rendah, namun membutuhkan waktu lama dan penggunaan pelarut dalam jumlah banyak. Proses maserasi juga bisa dimodifikasi menjadi maserasi kinetik yang dilakukan dengan pengadukan kontinu, atau maserasi melingkar bertingkat yang meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan penyarian berulang-ulang (Prayoga et al., 2020).

2.5. Pelarut

Pelarut adalah zat cair yang digunakan dalam proses ekstraksi untuk melarutkan komponen bahan aktif dari simplisia atau bahan tanaman. Jenis pelarut yang biasa digunakan dalam maserasi simplisia meliputi pelarut polar, semi-polar, dan non-polar, tergantung pada sifat zat yang akan diekstraksi. Contoh pelarut polar adalah air, etanol, metanol; semi-polar seperti etil asetat; dan non-polar seperti n-heksana. Pemilihan jenis pelarut ini sangat memengaruhi hasil ekstraksi karena menentukan senyawa apa saja yang dapat larut dan terekstraksi. Misalnya, etanol sering digunakan karena sifatnya yang polar dan cukup universal untuk banyak senyawa aktif, serta relatif aman dan mudah didapat. Semakin kecil ukuran partikel simplisia, semakin efektif kontak antara pelarut dan bahan sehingga ekstraksi berjalan optimal. Lama waktu maserasi dan jumlah pelarut juga berpengaruh pada hasil ekstrak. Proses maserasi biasanya dilakukan dengan pengadukan secara berkala untuk mencapai distribusi pelarut yang merata dan ekstraksi yang efisien (Rifkowsky et al., 2023).

2.6. Mekanisme Kerja Antijamur

Antijamur merupakan zat berkhasiat yang digunakan untuk penanganan penyakit jamur. Umumnya suatu senyawa dikatakan sebagai zat antijamur apabila senyawa tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur. Zat antijamur bekerja menurut salah satu dari berbagai cara, antara lain menyebabkan kerusakan dinding sel, perubahan permeabilitas sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, atau penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Kerusakan pada salah satu situs ini dapat mengawali terjadinya perubahan-perubahan yang menuju pada matinya sel tersebut (Pratiwi, 2018).

a. Kerusakan pada dinding sel

Dinding sel merupakan penutup lindung bagi sel juga berpartisipasi di dalam proses-proses fisiologi tertentu. Strukturnya dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubah setelah selesai terbentuk.

b. Perubahan permeabilitas sel

Membran sitoplasma mempertahankan bahan-bahan tertentu di dalam sel serta secara selektif mengatur aliran keluar-masuknya zat antara sel dengan lingkungan luarnya. Membran memelihara integritas komponen-komponen seluler. Membran ini juga merupakan situs beberapa reaksi enzim. Kerusakan pada membran ini akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel.

c. Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Hidupnya suatu sel bergantung pada terpeliharanya molekul-molekul protein dan asam nukleat pada membran alamiahnya. Suatu kondisi atau substansi yang mengubah keadaan ini, yaitu mendenaturasikan protein dan asam-asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki kembali. Suhu tinggi dan konsentrasi pekat beberapa zat kimia dapat mengakibatkan koagulasi (denaturasi) ireversibel (tak dapat balik) komponen-komponen seluler yang vital ini.

d. Penghambatan kerja enzim

Setiap enzim dari beratus-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Banyaknya zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimiawi. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

e. Panghambatan sintesis asam nukleat dan protein

DNA, RNA, dan protein memegang peranan sangat penting di dalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau pada fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel (Ariantoni, 2020).

2.7 Uji Aktivitas Antijamur

Terdapat tiga metode dalam pengujian aktivitas antijamur, Ketiga metode ini berfungsi untuk menilai efektivitas senyawa atau ekstrak antijamur melalui pengukuran zona hambat atau pengamatan pertumbuhan jamur, dan pemilihan metode tergantung pada tujuan penelitian, jenis sampel, dan alat yang tersedia. Metode Difusi Cakram (*Disk Diffusion Method*) Metode ini menggunakan kertas cakram steril yang telah direndam dalam larutan ekstrak antijamur. Cakram diletakkan pada media agar yang sudah diinokulasi jamur uji. Setelah inkubasi (biasanya 24-72 jam pada suhu sekitar 25-37°C), terbentuk zona bening di sekitar cakram jika ekstrak menghambat pertumbuhan jamur. Diameter zona hambat diukur sebagai indikator aktivitas antijamur. Keunggulan metode ini adalah kecepatan, kemudahan, dan kemampuan menguji senyawa nonpolar. Metode ini sering digunakan untuk menguji *Candida albicans* dan berbagai jamur patogen lain (Listyaningrum et al., 2023)

Metode Sumur (*Well Diffusion Method*) Metode ini serupa dengan metode cakram, namun lubang dibuat di media agar dengan cork borer (biasanya Ø 7 mm), dan ekstrak antijamur dimasukkan ke dalam lubang tersebut dalam volume tertentu (contoh 20 µL). Setelah inkubasi 3 hari, zona hambat diukur. Metode ini cocok untuk menguji berbagai konsentrasi ekstrak dan memberikan kontak ekstrak langsung pada media. Ini adalah metode yang banyak diterapkan dalam uji aktivitas antijamur bagian dari penelitian fitokimia (Sinambela., 2022).

Metode Mikrodilusi (*Microdilution Method*) Metode ini melibatkan pembuatan larutan ekstrak dengan berbagai konsentrasi dalam cairan kultur. Larutan dengan jamur uji disiapkan dalam mikropate dan diinkubasi. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan jamur secara visual atau menggunakan alat spektrofotometer, menentukan Minimum Inhibitory Concentration (MIC), yakni konsentrasi ekstrak terkecil yang menghambat pertumbuhan jamur. Metode mikrodilusi memberikan kuantifikasi yang lebih presisi untuk aktivitas antijamur dan juga digunakan untuk menetapkan dosis efektif (Christopher, 2017).

2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Lima, et al (2020) menyatakan bahwa penelitian ini strategi dereplikasi menggunakan HPLC-SPE-TT, RP-HPLC-PDA dan spektroskopi NMR digunakan dan ini menghasilkan identifikasi enam belas senyawa dari ekstrak daun *I. edulis*, bioaktif yang di antaranya seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak etanolik daun buah salju memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dalam uji in vitro, sehingga membuka peluang besar pemanfaatan ekstrak daun ini sebagai bahan aktif biofungisida.

Penelitian oleh Souza et al. (2007) yang mengkaji identifikasi flavonoid pada daun *Inga edulis* serta mengukur aktivitas antioksidannya. Dalam penelitian ini, ekstrak metanol-air dari daun *Inga edulis* difraksinasi untuk mengidentifikasi senyawa polifenolik dengan metode kromatografi. Senyawa yang teridentifikasi meliputi asam galat, katekin, epikatekin, myricetin-3-rhamnopyranoside, quercetin-3-glucopyranoside, dan quercetin-3-rhamnopyranoside. Aktivitas antioksidan dari ekstrak dan polifenol murni diukur menggunakan metode ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) dan dibandingkan dengan kandungan fenolik total. Ekstrak kasar kering menunjukkan nilai ORAC yang sangat tinggi sebesar 11,16 mmol TE/g dan kandungan fenolik total sebesar 496,5 mg GAE/g. Senyawa flavonoid yang teridentifikasi berkontribusi signifikan terhadap aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik total ekstrak daun tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa daun *I. edulis* merupakan sumber flavonoid dan polifenol yang sangat potensial sebagai antioksidan alami. Peneliti juga menekankan perlunya studi lanjutan untuk mengkarakterisasi senyawa fenolik lain dan mengeksplorasi kemungkinan aktivitas biologis lain, seperti antiinflamasi atau gastroprotektif.

Penelitian Oleh Parwati (2023) yang menyatakan bahwa berdasarkan uji skrining fitokimia biji buah salju (*Inga edulis*) yang telah dilakukan menunjukan bahwa ekstrak etanol biji buah salju positif mengandung flavonoid, tanin, dan saponin. Selain itu, penelitian ini juga melakukan uji aktivitas antioksidan dengan metode pengukuran kemampuan ekstrak etanol biji buah salju untuk meredam radikal bebas DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

Biji buah salju sendiri dikenal mengandung protein, vitamin A, dan karbohidrat serta dipandang sebagai pencahar alami. Senyawa flavonoid, tanin, dan saponin yang ditemukan dalam ekstrak ini adalah zat metabolit sekunder yang berkontribusi pada potensi antioksidan dan manfaat kesehatan lainnya yang mungkin dimiliki oleh ekstrak tersebut. Secara singkat, penelitian ini menegaskan bahwa ekstrak etanol dari biji buah salju tidak hanya kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin, tetapi juga memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan yang dapat berkontribusi pada penggunaan ekstrak ini sebagai bahan alami dengan potensi kesehatan. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa ekstrak etanol biji buah salju memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 1,63 ppm, menunjukkan kapasitas yang tinggi dalam menangkal radikal bebas. IC₅₀ sebesar 1,63 ppm artinya konsentrasi ekstrak etanol biji buah salju yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas hanya 1,63 bagian per juta, jadi sangat kecil. Semakin kecil nilai IC₅₀, semakin kuat daya antioksidan, sehingga ekstrak tersebut tergolong mempunyai kemampuan sangat tinggi dalam menangkal radikal bebas.

