

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Jamur endofit merupakan mikroorganisme yang hidup, tumbuh, dan berkembang di dalam jaringan internal tanaman seperti biji, batang, akar (rimpang), atau daun tanaman (Singh dan Kumar, 2023). Jamur endofit hidup dalam jaringan tanaman secara simbiotik, artinya tidak menyebabkan penyakit pada tanaman, namun dapat memberikan manfaat bagi inangnya (Wen *et al.*, 2022). Keberadaan jamur endofit diketahui berperan membantu tanaman meningkatkan ketahanan terhadap stres biotik dan abiotik. Mekanisme terbentukannya pertahanan terjadi melalui produksi senyawa bioaktif metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan poliketida, yang memiliki aktivitas biologis termasuk antioksidan, antibakteri, antikanker, dan antijamur, yang menjadikannya sumber potensial dalam pengembangan obat-obatan alami dan agen terapeutik (Jha *et al.*, 2023; Odigie *et al.*, 2024).

Tanaman memiliki dua jenis senyawa metabolit, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer digunakan tanaman untuk mendukung aktivitas pertumbuhan, sedangkan metabolit sekunder tidak berperan secara langsung untuk pertumbuhan tanaman (Palazon dan Miguel, 2025). Metabolit sekunder merupakan komponen kimia yang dihasilkan tumbuhan melalui biosintesis senyawa metabolit primer. Kandungan metabolit sekunder yang dimiliki tanaman juga dapat dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme endofit seperti bakteri dan jamur yang hidup pada jaringan tanaman (Dion *et al.*, 2021). Sejumlah penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroorganisme endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder yang sama atau serupa dengan yang diproduksi oleh tanaman inangnya, sebagai bentuk mekanisme adaptasi dan pertahanan terhadap stres biotik maupun abiotik (Li *et al.*, 2023). Metabolit sekunder yang berasal dari jamur endofit dapat digolongkan sebagai senyawa golongan alkaloid, flavonoid, steroid, dan terpenoid, dengan berbagai aktivitas biologi seperti antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, dan antikanker (Zheng *et al.*, 2021).

Lada hitam (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman merambat berbunga dari famili Piperaceae, yang tidak hanya digunakan sebagai rempah dan tanaman hias tetapi juga memiliki berbagai khasiat kesehatan. Penelitian modern melaporkan bahwa lada hitam mengandung senyawa bioaktif seperti piperin, flavonoid, dan vitamin volatil yang memberikan efek antioksidan, antibakteri, dan membantu memperbaiki profil lipid,

termasuk menurunkan kolesterol total, *Low Density Lipoprotein* (LDL), dan trigliserida serta meningkatkan aktivitas enzim lipoprotein lipase (Pal & Joshi, 2023; Ashokkumar *et al.*, 2021). *P. nigrum* mengandung alkaloid, flavonoid, fenol, tannin, saponin, piperin, dan minyak atsiri (Alaris *et al.*, 2020). Piperin adalah senyawa alkaloid utama dalam lada hitam yang telah terbukti memiliki beragam aktivitas farmakologis modern. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa piperin memiliki efek antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, serta kemampuan modulasi lipid dan tekanan darah melalui suplementasi Kurkumin-Piperin (Carsono *et al.*, 2022; Pham *et al.*, 2023).

Penelitian oleh Qardhawi *et al.* (2022) mengemukakan bahwa senyawa metabolit sekunder ekstrak tanaman *P. nigrum* L. mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan steroid, yang merupakan golongan senyawa yang dapat berperan sebagai antioksidan alami. Hasriyani *et al.* (2020) menunjukkan bahwa ekstrak etanol 70% dari *P. nigrum* L. memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherchia coli* (*E.coli*). Penelitian lainnya oleh Zhao *et al.* (2024) melaporkan bahwa ekstrak hidroalkoholik dan akuatik dari lada hitam (*P. nigrum*) menunjukkan aktivitas antimikroba signifikan terhadap *E. coli* dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), dengan zona hambat antara 14–18 mm dan MIC dalam rentang 3–6 mg/mL. Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji peran jamur endofit pada tanaman lada hitam dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan terhadap patogen, kajian mengenai potensi aktivitas antioksidan dan antibakteri dari jamur endofit yang berasal dari berbagai bagian tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) seperti, akar, batang, daun, buah, kulit buah, dan biji masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk mengungkap potensi bioaktif jamur endofit tersebut sebagai sumber alternatif senyawa antimikroba dan antioksidan alami.

Bioproduksi adalah proses bioteknologis yang memungkinkan produksi senyawa metabolit primer maupun sekunder melalui sistem biologis seperti kultur mikroba (bakteri, jamur) atau sel tanaman, menggunakan metode fermentasi atau kultur tanaman *in vitro* yang dioptimalkan dalam bioreaktor. Pendekatan terkini telah memperluas konsep ini melalui penggunaan co-culture, engineering mikrobiom, kultur suspensi sel tanaman, dan teknik kultur padat untuk meningkatkan skala produksi dan menjaga kualitas senyawa bioaktif (Boruta, 2021; Bapat *et al.*, 2023). Adapun keunggulan dari bioproduksi, lebih ramah lingkungan dibanding proses kimia berbasis *petrochemical* (bahan baku terbarukan, proses kondisi lembut), kemungkinan menghasilkan produk kompleks yang sulit/mahal diproduksi secara sintetik, dan potensi diversifikasi produk (keanekaragaman metabolit) melalui eksplorasi mikroba atau tanaman baru (Rui *et al.*, 2019).

Tanaman obat diketahui tidak hanya mengandung senyawa bioaktif dari metabolisme sendiri, tetapi juga menjadi habitat bagi mikroorganisme endofit, khususnya jamur endofit, yang berperan dalam biosintesis metabolit sekunder. Beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa jamur endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang serupa atau identik dengan metabolit tanaman inangnya melalui jalur biosintetik yang sama, misalnya dalam penelitian Singh dan Kumar (2024) dan Toppo *et al.* (2023). Selain itu, isolasi dari *Gynura procumbens* menunjukkan produksi senyawa antibakteri dari jamur endofit yang menghambat *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* serupa dengan aktivitas pada tanaman inangnya (Jamra *et al.*, 2022). Penggunaan tanaman obat sebagai sumber penghasil metabolit sekunder membutuhkan waktu yang lama, membutuhkan lahan dan mengancam keberlangsungan hidup dari tanaman. Selain itu, kandungan metabolit yang dapat berubah akibat tempat tumbuh dan iklim yang berubah juga menjadi tantangan dalam isolasi metabolit. Oleh sebab itu, tanaman obat dan jamur endofit yang dikandungnya merupakan sumber potensial yang sangat berharga untuk eksplorasi dan pengembangan senyawa bioaktif alami (Triastuti, *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang bioproduksi metabolit sekunder jamur endofit dari tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi senyawa aktif dan meningkatkan pengetahuan aktivitas antioksidan dan antibakteri pada beberapa bagian tanaman *P. nigrum* L. seperti akar, batang, daun, buah, kulit buah, dan biji.

## **B. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka batasan masalah dititik beratkan pada:

1. Tanaman yang digunakan adalah lada hitam (*Piper nigrum* L.), yaitu bagian akar, batang, daun, buah, kulit buah, dan biji yang berasal dari Lampung
2. Uji potensi bioaktif antioksidan dan antibakteri dari metabolit sekunder tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.)

## **C. Rumusan Masalah**

Perumusan masalah yang diangkat meliputi:

1. Apakah bioproduksi jamur endofit dari tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) menghasilkan metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antioksidan dan antibakteri?
2. Apakah ekstrak jamur endofit dari tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) berpotensi sebagai senyawa aktif antioksidan dan antibakteri?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Menjelaskan kemampuan bioproduksi jamur endofit dari tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) dalam menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri
2. Menjelaskan senyawa yang berpotensi aktif antioksidan dan antibakteri dari ekstrak jamur endofit tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.)

#### **E. Manfaat Penelitian**

##### **1. Manfaat Teoretis**

Hasil penelitian diharapkan mampu mengoptimalkan pemanfaatan tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) dalam menghasilkan senyawa kimia yang berguna dalam bidang kesehatan.

##### **2. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi terkait potensi senyawa kimia hasil ekstrak jamur endofit dari tanaman lada hitam (*P. nigrum* L.) yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan antibakteri.