

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan gaya hidup masyarakat modern yang cenderung serba instan dan cepat sering kali diikuti dengan pola makan kurang sehat, rendahnya aktivitas fisik, serta tingginya paparan polusi, dan stres oksidatif atau akibat tingginya oksidasi. Kondisi ini menyebabkan akumulasi radikal bebas dalam tubuh meningkat signifikan. Radikal yang terbentuk secara berlebihan dapat merusak berbagai komponen seluler dalam tubuh, yang pada akhirnya memicu timbulnya penyakit degeneratif. Berdasarkan data statistik dari *World Health Organization* (WHO) pada laporan *Global Status Report on Noncommunicable Disease*, hingga akhir 2021, kematian yang disebabkan oleh penyakit degeneratif seperti kardiovaskular (19 juta), kanker (10 juta), penyakit pernafasan kronis (4 juta), dan diabetes termasuk permasalahan ginjal yang disebabkan oleh diabetes (> 2 juta) sudah menyebabkan kematian kurang lebih 43 juta nyawa, hampir setara dengan 75% dari jumlah kematian global yang tidak terkait pandemi. Pada tahun 2030, diperkirakan jumlah kematian akibat penyakit degeneratif mencapai 52 juta jiwa per tahun (WHO, 2024).

Radikal bebas adalah molekul atau atom dengan elektron tidak berpasangan yang sangat reaktif dan dapat merusak DNA, protein, serta membran lipid sel sehingga memicu mutasi, penuaan, dan penyakit degeneratif. Akumulasi radikal bebas berlebih menyebabkan stres oksidatif ketika tidak seimbang dengan antioksidan. Antioksidan berperan menetralkan radikal bebas melalui donor elektron atau penghambatan pembentukannya, sehingga menjaga keseimbangan redoks sel dan mencegah kerusakan biologis (Pithava & Pithava, 2016; Nurkhasanah et al., 2023). Sumber utama antioksidan alami berasal dari metabolit sekunder

tumbuhan, terutama yang termasuk tumbuhan obat tradisional. Tumbuhan ini memiliki potensi besar sebagai bahan baku obat karena kandungan senyawa bioaktifnya. Seiring meningkatnya penyakit baru, pencarian senyawa bioaktif terus dilakukan, termasuk melalui eksplorasi mikroba endofit dalam jaringan tanaman yang kini banyak mendapat perhatian sebagai sumber metabolit bernilai farmakologis (Harmileni *et al.*, 2023).

Bakteri endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif potensial untuk dikembangkan menjadi obat. Bakteri endofit memiliki kemampuan untuk menyintesis senyawa metabolit sekunder yang diduga sama dengan tumbuhan inangnya (Kuntari *et al.*, 2017). Bakteri endofit dapat menghasilkan beragam metabolit sekunder yang berbeda-beda salah satunya biopigmen atau metabolit sekunder berwarna dengan kemampuan bioaktif. Berdasarkan penelitian Kandasamy *et al.* (2025), *Mesobacillus subterraneus* SGL, yaitu bakteri endofit yang diisolasi dari tumbuhan lamun, diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder berwarna jingga-kemerahan. Senyawa tersebut diekstraksi menggunakan metanol menunjukkan aktivitas antioksidan dengan persentase inhibisi sebesar 79.36 ± 0.89 dan antimikroba terhadap beberapa mikroba patogen. Adapun pada penelitian Kandasamy & Kathirvel (2023), bakteri endofit yang diisolasi dari api-api (*Avicennia marina*), salah satu tumbuhan mangrove, teridentifikasi sebagai *Micrococcus luteus* melalui identifikasi molekuler. *M. luteus* menghasilkan biopigmen kuning intraseluler yang berhasil diekstraksi menggunakan metode sonikasi-dengan-bantuan-pelarut memiliki aktivitas antioksidan DPPH serta antikanker yang signifikan.

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara megabiodiversitas yang memiliki lebih dari 30.000 spesies tumbuhan, di mana sekitar 9.600 di antaranya dilaporkan berkhasiat obat dan digunakan dalam pengobatan tradisional (Pradikta *et al.*, 2021). Kekayaan biodiversitas ini memberikan peluang besar untuk eksplorasi sumber metabolit bioaktif baru, baik dari tanaman itu sendiri maupun dari mikroba endofit yang berasosiasi di dalam jaringannya. Rotan jernang (*Daemonorops draco*), salah satu jenis

tumbuhan palma endemik Asia Tenggara yang tumbuh di hutan tropis Indonesia, merupakan contoh tumbuhan bernilai ekonomi sekaligus etnofarmakologis. Keberadaannya tidak hanya penting dalam menjaga keanekaragaman ekosistem hutan, tetapi juga menyimpan potensi sebagai sumber metabolit bioaktif yang hingga kini masih terus dieksplorasi (Andriani *et al.*, 2021).

Bakteri endofit dengan potensi bioaktif dapat diperoleh dari tumbuhan yang biasa digunakan sebagai obat, salah satunya yaitu tumbuhan rotan jernang (*Daemonorops draco*). Sejak beberapa abad lalu, *D. draco* telah banyak digunakan dalam pengobatan, yakni sebagai suatu antiseptik, stimulan peredaran darah, antivirus, antitumor, antioksidan, obat luka, bahan pewarna, dan bahan campuran kosmetik (Fridayanti *et al.*, 2024). Masyarakat setempat di Aceh dan suku Anak Dalam di Jambi menggunakan buah *D. draco* yang ditumbuk dan disaring sebagai obat tradisional untuk mengobati luka, sakit gigi, disentri, dan pendarahan setelah melahirkan (Yetty *et al.*, 2013). Buah rotan jernang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi melalui ekstrak etanol polar dengan nilai IC₅₀ sebesar 212,235 µg/mL (Rahmah *et al.*, 2025). Aktivitas ini menggarisbawahi pentingnya tumbuhan *D. draco* sebagai sumber senyawa bioaktif. Mengingat adanya hubungan erat antara tanaman dan bakteri endofitnya, diduga bahwa bakteri endofit yang berasosiasi dengan *D. draco* juga mampu menghasilkan metabolit dengan aktivitas antioksidan serupa. Akan tetapi, hingga saat ini potensi tersebut belum pernah dikaji secara ilmiah.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk menentukan aktivitas antioksidan dari ekstrak metabolit intraseluler yang dihasilkan oleh bakteri endofit asal tumbuhan *D. draco*. Penelitian ini menggunakan 11 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari ranting, kulit buah, dan daging buah *D. draco*. Bakteri endofit tersebut merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia, Pusat Riset Bahan Baku Obat dan Obat Tradisional BRIN, Serpong.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- 1.2.1 Bagaimana potensi antioksidan dari metabolit intraseluler yang dihasilkan oleh bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*)?
- 1.2.2 Bagaimana dugaan profil kandungan senyawa dalam metabolit intraseluler yang dihasilkan oleh bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*), serta apa saja senyawa kandidat yang diusulkan berperan atas bioaktivitas?
- 1.2.3 Bagaimana identifikasi molekuler 16S rRNA dari bakteri endofit rotan jernang (*D. draco*) potensial yang mampu menghasilkan metabolit intraseluler dengan potensi antioksidan dan bagaimana hubungan kekerabatan antar spesiesnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

- 1.3.1 Menentukan aktivitas antioksidan dari metabolit intraseluler yang disintesis oleh bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*).
- 1.3.2 Menganalisis dugaan profil kandungan senyawa metabolit intraseluler potensial serta menentukan senyawa kandidat yang diusulkan berperan atas bioaktivitasnya
- 1.3.3 Melakukan identifikasi molekuler 16S rRNA dari bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*) potensial yang mampu menghasilkan metabolit intraseluler dengan potensi antioksidan dan hubungan kekerabatan antar spesiesnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

- 1.4.1. Memberikan informasi mengenai potensi antioksidan dari metabolit intraseluler yang disintesis oleh bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*), sehingga dapat dijadikan sebagai landasan penelitian selanjutnya.
- 1.4.2. Memberikan informasi mengenai dugaan profil kandungan senyawa metabolit intraseluler potensial yang dihasilkan oleh bakteri endofit tumbuhan rotan jernang (*D. draco*), serta senyawa kandidat yang diusulkan berperan atas aktivitas antioksidan, sehingga dapat dijadikan landasan dalam penelitian selanjutnya.
- 1.4.3. Memberikan informasi mengenai identitas bakteri endofit *D. draco* potensial yang mampu menghasilkan metabolit intraseluler dengan potensi antioksidan dan hubungan kekerabatan antar spesies berdasarkan identifikasi molekuler melalui analisis 16S rRNA sehingga dapat dijadikan sebagai landasan penelitian selanjutnya.