

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radikal bebas merupakan molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Kondisi ini membuat radikal bebas sangat reaktif karena sifat radikal bebas cenderung menyumbang atau menerima elektron dari molekul-molekul lain dalam upaya untuk mencapai keseimbangan elektron (Lobo *et al.*, 2010). Radikal bebas dapat menyebabkan suatu kondisi yang dinamakan stres oksidatif, yang terjadi ketika tubuh manusia atau organisme lainnya mengalami ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan sistem antioksidan untuk mengatasi hal tersebut (Pizzino *et al.*, 2017).

Tubuh menghasilkan suatu senyawa yang berperan dalam menangkal radikal bebas yang disebut antioksidan endogen seperti SOD (*Superoxide Dismutase*), Gpx (*Glutation peroxidase*), dan katalase, namun senyawa tersebut terbatas dan dapat habis dalam menghadapi stres oksidatif yang kuat dan berkelanjutan, sehingga memerlukan asupan antioksidan dari luar (antioksidan eksogen). Antioksidan eksogen dapat ditemukan baik dalam bentuk alami yang dihasilkan oleh buah dan sayur (Dai & Mumper, 2010), maupun sintetik seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA) dan *butylated hydroxytoluene* (BHT). Konsumsi antioksidan sintetik yang berkepanjangan dapat memiliki efek samping yang bersifat hepatotoksik dan karsinogenesis, sehingga antioksidan alami menjadi salah satu solusi alternatif yang sangat

dibutuhkan karena potensi toksisitas rendah dan lebih efektif (Zeng *et al.*, 2014). Pada tumbuhan dan mikroorganisme endofitnya, antioksidan diproduksi secara alami sebagai bagian dari mekanisme perlindungan internal melawan stres oksidatif. Antioksidan yang dihasilkan oleh tumbuhan dan mikroorganisme endofit tersebut dikategorikan sebagai antioksidan endogen karena diproduksi dan digunakan dalam tubuh organisme itu sendiri untuk mempertahankan keseimbangan redoks dan melindungi komponen seluler dari kerusakan oksidatif (Gill & Tuteja, 2010), namun ketika senyawa antioksidan yang sama dimanfaatkan oleh manusia melalui konsumsi produk tumbuhan atau aplikasi bioteknologi dari mikroorganisme endofit, mereka diklasifikasikan sebagai antioksidan eksogen. Antioksidan eksogen ini sangat penting bagi manusia karena tubuh manusia tidak dapat memproduksi semua jenis antioksidan yang dibutuhkan, sehingga harus diperoleh dari sumber luar untuk mencegah penyakit degeneratif yang terkait dengan stres oksidatif (Lobo *et al.*, 2010).

Tumbuhan masuk kedalam penghasil antioksidan alami, dengan respons adaptifnya terhadap berbagai tekanan lingkungan, menghasilkan senyawa-senyawanya sendiri yang dapat berfungsi sebagai senjata pertahanan melawan radikal bebas dan stres oksidatif. Jenis senyawa metabolit sekunder yang ditemukan dalam tumbuhan dan memiliki potensi antioksidan yang signifikan diantaranya polifenol, flavonoid, dan karotenoid, serta berbagai efek farmakologis lain seperti anti-inflamasi, antikanker, antibakteri, dan antivirus (Saxena *et al.*, 2013). Salah satu tumbuhan yang berpotensi dalam

menghasilkan antioksidan alami adalah tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) (Fatimah, 2009).

Tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) merupakan tumbuhan epifit dan bukan parasit (Steenis, 2006). Tumbuhan paku *Drymoglossum piloselloides* mengandung senyawa flavonoid, tannin, steroid atau terpenoid, minyak atsiri dan glikosida (Delimunthe dan Poppy, 2011). Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang memiliki efek sebagian antioksidan sehingga dapat terlindungi dari kerusakan sel (Arifin *et al.*, 2018). Mikroorganisme endofit, baik kapang maupun bakteri, yang hidup bersimbiosis, mampu menghasilkan potensi yang sama dengan tumbuhan inangnya. Hal ini terjadi karena adanya kemungkinan kondisi lingkungan yang sama, seperti ketersediaan nutrisi dan faktor abiotik lainnya, mendorong kapang endofit dan tumbuhan inang untuk menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki potensi aktivitas biologis serupa (Onifade, 2007). Kerja sama simbiotik antara tumbuhan dan kapang endofit menciptakan lingkungan yang mendukung pertahanan tumbuhan terhadap tekanan lingkungan dan penyakit, termasuk melalui produksi senyawa antioksidan yang bermanfaat (Grabka *et al.*, 2022).

Tumbuhan *Drymoglossum piloselloides* digunakan sebagai pengobatan tradisional di beberapa wilayah Asia Tenggara, penelitian yang mencakup karakterisasi kapang endofitnya dan potensi senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan masih terbatas. Penelitian mengenai tumbuhan sisik naga diawali dengan analisis kekerabatan antara *Pyrrosia* dengan

Drymoglossum oleh Ravensberg & Hennipmen (1986), kemudian disusul dengan penelitian lanjutan yaitu taksonomi tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) oleh Hovenkamp (1998). Salah satu penelitian tentang tumbuhan tersebut dilakukan oleh Abdillah (2006) didapatkan hasil adanya aktivitas antiproliferasi pada ekstrak daun sisik naga. Penelitian tersebut didukung oleh analisis yang dilakukan Fatimah (2009) mengenai uji aktivitas antikanker terhadap daun paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) serta Heti (2008) uji sitotoksik terhadap ekstrak etanol 70% herba sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*). Dalimartha (2006) dalam bukunya yang membahas mengenai tumbuhan obat di lingkungan sekitar menyatakan bahwa daun paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) memiliki khasiat dalam mengobati sariawan pada gusi. Sariawan gusi merupakan salah satu jenis penyakit rongga mulut yang disebabkan oleh bakteri *Bacillus ficiiformis* dan *Borellia vincenti*. Hal tersebut menjelaskan bahwa penggunaan daun sisik naga sebagai obat tradisional telah terbukti efektif dalam mengatasi infeksi pada rongga mulut, khususnya yang disebabkan oleh kedua bakteri tersebut, sehingga daun sisik naga dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pengobatan alami untuk sariawan gusi.

Penelitian mengenai aktivitas antioksidan terhadap tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) oleh Endrini (2009) mendapatkan hasil daun tumbuhan paku sisik naga mempunyai potensi dalam aktivitas antioksidan yang dipengaruhi oleh eksistensi senyawa flavonoid dan fenolik dan hal ini juga yang memengaruhi aktivitas sitotoksik dalam daun tumbuhan sisik naga karna tingginya aktivitas antioksidan dalam daun tumbuhan sisik naga. Penelitian lain dilakukan oleh Delimunthe dan Poppy (2011) mendapatkan hasil aktivitas antioksidan dari ekstrak daun tumbuhan sisik naga masuk dalam kategori sedang. Penelitian mengenai kapang endofit dari tumbuhan sisik naga dilakukan oleh Asiandu *et al.*, (2019) bertujuan untuk mengetahui potensi kapang endofit daun tumbuhan sisik naga terhadap aktivitas antibakteri menggunakan metode konsentrasi hambat minimum atau *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan didapatkan hasil isolat kapang endofit dari daun tumbuhan sisik naga memiliki potensi sebagai antibakteri.

Penelitian terbaru tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) oleh Kusmiati *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa kapang endofit tumbuhan paku sisik naga *Alternaria alternata* K-10 memiliki potensi dalam antioksidan. Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi aktivitas antioksidan kapang endofit dari tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) sehingga diharapkan menjadi suatu potensi antioksidan alternatif.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana karakterisasi morfologi isolat kapang endofit tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*).
- 1.2.2 Bagaimana perlakuan inkubasi tanpa agitasi dan dengan agitasi memengaruhi aktivitas antioksidan senyawa metabolit sekunder kapang endofit tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*).
- 1.2.3 Bagaimana hasil analisis GC-MS terhadap profil metabolit sekunder isolat kapang endofit terpilih dari tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*).

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mengetahui karakteristik morfologi isolat kapang endofit tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*).
- 1.3.2 Mengetahui aktivitas antioksidan senyawa metabolit sekunder kapang endofit tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) pada kondisi inkubasi dengan agitasi dan tanpa agitasi (statis).
- 1.3.3 Mengetahui profil senyawa metabolit sekunder isolat kapang endofit terpilih dengan metode GC-MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometry*).

1.4 Manfaat

- 1.4.1 Penelitian skrining aktivitas antioksidan isolat kapang endofit tumbuhan paku sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah dengan mengidentifikasi senyawa-senyawa

metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit tumbuhan paku sisik naga.

1.4.2 Sumber data untuk pemahaman lebih lanjut tentang keragaman senyawa metabolit sekunder kapang endofit.

1.4.3 Uji aktivitas antioksidan pada senyawa yang diidentifikasi dapat memberikan wawasan tentang nilai farmakologis atau potensinya sebagai bahan baku industri.