

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara tropis dengan keanekaragaman hayati flora yang sangat beragam. Hal tersebut menyebabkan Indonesia menempati posisi tertinggi ketiga di dunia untuk keanekaragaman hayati flora, termasuk salah satunya yaitu tumbuhan paku (Sandy *et al.*, 2016). Terdapat sekitar 10.000 jenis tumbuhan paku yang telah diketahui dan 1.300 jenis diantaranya ditemukan di Indonesia (Sastrapradja *et al.* dalam Patigu *et al.*, 2019). Tumbuhan paku merupakan kelompok tumbuhan yang dapat ditemukan hampir diseluruh daerah yang berada di Indonesia. Tumbuhan ini merupakan transisi atau peralihan antara tumbuhan bertalus dengan tumbuhan berkormus. Dari segi morfologinya, anggota tumbuhan paku telah jelas memiliki kormus, sehingga secara nyata dapat dibedakan bagian antara akar, batang dan daun (Agrawal *et al.*, 2017; Janna *et al.*, 2020; Kaulika & Nurza, 2021; Tjitrosoepomo, 2014: 206). Oleh karena itu, tumbuhan paku ini termasuk ke dalam anggota kelompok Phylum Tracheophyta yang pada bagian-bagian tubuhnya memiliki sistem pembuluh yang sudah jelas (Ruggiero *et al.*, 2015; Nurcahyati, 2010).

Menurut Ruggiero *et al.* (2015) phylum Tracheophyta dapat diklasifikasikan menjadi 7 kelas dan dua kelas diantaranya merupakan tumbuhan paku, yaitu kelas Lycopodiopsida dan kelas Polypodiopsida. Kelas Polypodiopsida yang sebelumnya diklasifikasikan sebagai kelas Filicinae merupakan kelompok tumbuhan paku dengan keragaman anggota spesies terbanyak. Kelas ini dikenal dengan istilah paku sejati atau paku sebenarnya, sebab hampir semua anggotanya memiliki daun yang sempurna, berukuran besar serta duduk daunnya menyirip (Pranita *et al.*, 2016; Zulfia *et al.*, 2016). Ditinjau dari segi habitus dan cara hidupnya, tumbuhan paku sangat heterogen. Terdapat jenis tumbuhan paku yang ukurannya kecil dengan struktur yang masih sederhana, serta ada pula tumbuhan paku yang berukuran besar dengan ukuran daun yang mencapai 2 meter atau lebih (Tjitrosoepomo, 2014: 206). Sedangkan berdasarkan cara hidupnya, tumbuhan paku ada yang hidup di air (hidrofit), di tempat lembab

(higrofit), menempel pada tumbuhan lain (epifit), permukaan batu, dan tanah (Hutasuhut & Febriani, 2019; see also Adlini *et al.*, 2021). Keberadaan tumbuhan paku bergantung pada faktor lingkungan seperti temperatur, kelembaban udara, intensitas cahaya, tanah, lokasi geopasial, serta ketinggian lokasi (Katili, 2013; see also Janna *et al.*, 2020).

Tumbuhan paku dapat tumbuh pada lingkungan dengan persentase tingkat kelembaban terendah yang masih dapat di toleransi yaitu minimal 30%, sedangkan kelembaban relatif yang baik bagi pertumbuhannya umumnya berkisar pada 60 – 80% (Sastrapradja *et al.* dalam Komaria, 2015). Kemudian, intensitas cahaya yang baik bagi pertumbuhan tumbuhan paku berkisar pada 200 – 600 fc (*foot-candles*) (Hoshizaki & Moran dalam Ngadiani & Restia, 2020). Sedangkan suhu yang dikehendaki oleh tumbuhan paku yang tumbuh di daerah tropis umumnya berkisar pada 21 – 27°C (Hoshizaki & Moran dalam Katili, 2013). Salah satu tempat yang memiliki daya dukung klimatik bagi tumbuhan paku adalah Gunung Galunggung. Pada ketinggian 600 – 800 mdpl memiliki kelembaban udara berkisar pada 72,5 – 90% serta suhu berkisar pada 20,4 – 24°C, pada ketinggian 800 – 1000 mdpl memiliki kelembaban udara berkisar pada 65,7 – 86% serta suhu berkisar pada berkisar pada 22 – 25°C, sedangkan pada ketinggian 1000 – 1200 mdpl memiliki kelembaban udara berkisar pada 58,5 – 79% serta suhu berkisar pada berkisar pada 21 – 29°C (Putra & Fitriani, 2019).

Gunung Galunggung merupakan salah satu wisata alam yang berada di Kabupaten Tasikmalaya yang masih berstatus aktif hingga saat ini, dengan ketinggian 2.168 mdpl atau 1.820 m dari daratan Kota Tasikmalaya serta letak astronomis berada pada koordinat 7.25°-7°15'0"LS dan 108,058°-108°3'30"BT (Mulyanie & Hakim, 2016; Zuhri *et al.*, 2016; see also Widodo, 2014). Gunung Galunggung menyimpan berbagai keanekaragaman hayati flora, salah satunya tumbuhan paku yang sebagian besarnya termasuk ke dalam kelas Polypodiopsida.

Berdasarkan hasil observasi awal, beberapa jenis tumbuhan paku sejati yang telah ditemukan memiliki karakteristik morfologi yang beragam, ada yang memiliki bentuk seperti pohon besar dengan daun majemuk seperti pada *Cyathea contaminans* dan *Alsophila spinuosa*, ada yang berbentuk menyerupai sarang

burung dengan daun yang simpel (tunggal) seperti *Asplenium nidus*. Selain itu, terdapat tumbuhan paku yang memiliki karakter morfologi yang sangat mirip sehingga sangat sulit dibedakan jenisnya. Keragaman karakter morfologi pada tumbuhan paku sejati ini dapat menjadi dasar penanda fenotipik dalam proses klasifikasi suatu spesies tertentu. Namun, karakter tersebut dapat dipengaruhi dengan mudah oleh kondisi lingkungan, distribusi geografis serta perbedaan umur tumbuhan sehingga proses identifikasi dan klasifikasi menjadi sangat kompleks apabila hanya berdasarkan pada karakter morfologi saja. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan secara molekuler untuk memperkuat identifikasi dan klasifikasi yang telah ada (Zhang *et al.*, 2012; see also Mantang *et al.*, 2018). Identifikasi dan klasifikasi secara molekuler dapat dilakukan melalui penanda molekuler yaitu kode batang DNA (DNA *Barcoding*) (Anafarida & Badruzsaufari, 2020; see also Irawan *et al.*, 2016).

DNA *Barcode* merupakan suatu sistem yang telah didesain untuk melakukan identifikasi secara cepat serta akurat berdasarkan urutan basa nukleotida dari gen penanda pendek yang sudah terstandarisasi (Tindi *et al.*, 2017). Keunggulan dari teknik DNA *Barcode* ini yaitu dapat mengidentifikasi dan mengarakterisasi berbagai spesies yang tidak dapat dibedakan secara morfologi (Tudge dalam Ingkiriwang *et al.*, 2017). Dalam proses DNA *Barcoding*, suatu gen tertentu dapat digunakan sebagai penanda (*marker*) (Irawan *et al.*, 2016). *The Consortium for the Barcode of Life* (CBOL) merekomendasikan DNA *barcode* standar untuk tumbuhan salah satunya adalah gen *rbcL* (Hollingsworth *et al.*, 2009). Gen *rbcL* diketahui memiliki tingkat mutasi yang rendah dibandingkan dengan penanda DNA kloroplas yang lainnya, sehingga gen dapat digunakan sebagai penanda yang baik untuk identifikasi molekuler tumbuhan (Mursyidin & Makruf, 2020).

Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian terkait analisis hubungan kekerabatan secara fenetik tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) telah dilakukan sebelumnya oleh Suryadi *et al.* pada tahun 2020 di sekitar Banda Aceh dan Aceh Besar yaitu terkait analisis fenetik tumbuhan paku sejati yang dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi dan anatominya. Sedangkan, penelitian terkait

analisis hubungan kekerabatan secara filogenetik terdapat juga penelitian yang telah dilakukan oleh Trujillo-Argueta *et al.* pada tahun 2021 yaitu analisis filogenetik pada tumbuhan paku di Southeast Oaxaca, Mexico dengan berdasarkan gen kloroplas yaitu gen *rbcLa*, *matK* dan *trnH-psbA*. Selain itu, penelitian mengenai tumbuhan paku di Kawasan Gunung Galunggung telah dilakukan Zuhri *et al.* pada tahun 2016, bahwa tumbuhan paku yang mendominasi di Kawasan Gunung Galunggung adalah *Cyathea contaminans*. Namun, belum ada penelitian yang menganalisis pengelompokan secara fenetik dan filogenetik tumbuhan paku sejati. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait analisis pola pengelompokan tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) dari Kawasan Gunung Galunggung berdasarkan data fenetik dan filogenetik secara *in silico*.

Kegiatan analisis pengelompokan tumbuhan paku secara fenetik dan filogenetik ini penting dilakukan, guna meningkatkan konservasi untuk mencegah kepunahan keanekaragaman hayati terutama pada Polypodiopsida selaku kelompok tumbuhan paku yang memiliki jenis terbanyak (Suryadi *et al.*, 2020). Selain itu, dapat memperbanyak referensi mengenai tumbuhan paku pada kelas Polypodiopsida. Oleh karena itu, harapan besarnya hasil dari penelitian ini dapat memberikan sumbangsih dalam dunia pendidikan sebagai penunjang pembelajaran Biologi.

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber belajar yang dapat memberikan pengalaman nyata, karena informasinya diperoleh dari pengamatan secara langsung yang dilakukan oleh peneliti. Sumber belajar mencakup segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan untuk memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman serta keterampilan dalam kegiatan belajar mengajar (Mulyasa dalam Suryaningsih, 2018). Sumber belajar ini disajikan dalam bentuk buku yang nantinya akan memuat informasi mengenai tumbuhan paku pada kelas Polypodiopsida serta dasar-dasar klasifikasi baik secara fenetik ataupun filogenetik, sehingga dapat digunakan sebagai penunjang pembelajaran biologi pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) kelas X pada KD 3.8 dan

jenjang universitas khususnya pada materi Botani Cryptogamae, Biosistemika Tumbuhan serta Bioinformatika.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada peneliti ini yaitu “Bagaimana pola pengelompokan masing-masing jenis tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) yang berada di kawasan Gunung Galunggung berdasarkan data fenetik dan filogenetik??”.

1.3 Definisi Operasional

Guna menghindari kesalahpahaman terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka peneliti kemukakan beberapa definisi operasional sebagai berikut:

- 1) Tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) merupakan salah satu anggota kelompok tumbuhan paku yang dikenal sebagai tumbuhan paku yang sebenarnya dengan karakteristik daun yang menggulung ketika masih muda, dan berukuran besar ketika sudah dewasa yang dilengkapi dengan banyak sporangium pada permukaan abaksial. Keberadaan tumbuhan paku sejati ini mendominasi di Kawasan Gunung Galunggung. Dalam penelitian ini sampel tumbuhan paku diambil di lokasi penelitian dengan cara menjelajahi area stasiun penelitian, sampel yang diambil dibatasi hanya pada tumbuhan paku sejati yang telah memiliki sorus pada daunnya. Kemudian dilakukan pengamatan karakteristik morfologinya secara langsung serta karakteristik sporanya dengan bantuan mikroskop. Beberapa aspek yang dilihat adalah *rhizome*, stipe, lamina, sori, sporangium dan spora. Tumbuhan paku yang telah ditemukan dilakukan identifikasi dengan menggunakan sumber-sumber yang relevan berupa artikel, ebook, laporan hasil penelitian, serta referensi berupa gambar dari iNaturalist.
- 2) Pengelompokan (klasifikasi) secara fenetik merupakan pengelompokan antara suatu organisme dengan organisme lainnya berdasarkan karakter fenotipik. Karakter fenotipik yaitu karakter (meliputi morfologi, anatomi, fisiologi, palinologi, dan lain-lain) yang dapat diamati dari suatu organisme dan dapat dipengaruhi oleh ekspresi gen turunan maupun lingkungan sekitar.

Dalam penelitian ini, pengelompokan secara fenetik dilakukan melalui analisis klaster dengan menggunakan *software* PAST (*Paleontological Statistics*) versi 4.10 berbasis *open source*.

- 3) Pengelompokan (klasifikasi) secara filogenetik merupakan pengelompokan antara suatu organisme dengan organisme lainnya berdasarkan sejarah evolusinya, dengan menggunakan penanda molekuler DNA *Barcode*. Dalam penelitian ini, pengelompokan secara filogenetik dilakukan dengan menggunakan urutan sekuens gen *rbcL* dari masing-masing tumbuhan paku sejati yang telah diperoleh sebagai penanda molekuler. Urutan sekuens tersebut dapat diperoleh dari *website* NCBI. Analisis ini dilakukan secara *in silico* melalui *software* MEGA 11.
- 4) Kawasan Gunung Galunggung merupakan kawasan wisata yang terletak di Kabupaten Tasikmalaya dengan jarak sekitar 17 km dari pusat Kota Tasikmalaya dan ketinggian 2.168 mdpl. Penelitian ini dilaksanakan pada tiga stasiun yaitu Curug Agung, Curug Cikahuripan dan Jalur Pendakian Pasir menuju Kawah Galunggung. Pemilihan stasiun penelitian secara *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan ditemukannya beberapa spesies tumbuhan paku pada kelas Polypodiopsida serta keberlimpahan tumbuhan paku sejati dari ketiga stasiun tersebut pada saat pelaksanaan observasi pendahuluan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pola pengelompokan masing-masing jenis tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) yang berada di kawasan Gunung Galunggung berdasarkan data fenetik dan filogenetik.

1.5 Kegunaan Penelitian

Adapun hasil dari penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis maupun praktis.

1.5.1 Kegunaan Teoritis

Penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan yang senantiasa terus

berkembang, khususnya dalam bidang tumbuhan tingkat rendah (Botani Cryptogamae), Biosistemika Tumbuhan serta Bioinformatika, yang diharapkan dapat diterapkan maupun dikembangkan oleh para peneliti selanjutnya terkait bidang ilmu pengetahuan tersebut.

1.5.2 Kegunaan Praktis

- 1) Bagi peneliti, dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tambahan terkait jenis-jenis tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) yang ada di kawasan Gunung Galunggung serta pola pengelompokannya berdasarkan data fenetik dan filogenetik.
- 2) Bagi Pengelola kawasan wisata Gunung Galunggung, dapat dijadikan sebagai informasi jenis-jenis tumbuhan paku sejati (Polypodiopsida) yang berada di kawasan Gunung Galunggung agar senantiasa dapat menjaga keutuhan keragaman dari tumbuhan paku tersebut.
- 3) Bagi pendidikan, dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi baik pada satuan pendidikan sekolah menengah atas kelas X pada KD 3.8 maupun perguruan tinggi pada mata kuliah Botani Cryptogamae, Biosistemika Tumbuhan serta Bioinformatika. Selain itu, dapat dijadikan sebagai sumber pelatihan bagi para guru ataupun mahasiswa dalam penggunaan *software-software* yang dapat digunakan dalam melakukan analisis fenetik maupun filogenetik.