

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Deskripsi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku tergolong kedalam divisi Tracheophyta dan termasuk kedalam subdivisi Lycopodiophytina dan Polypodiophytina yang memiliki dua kelas yaitu kelas lycopodiopsida dan polypodiopsida berdasarkan klasifikasi terbaru (ITIS, 2024). Sejalan dengan itu, menurut Arifin (2024) tumbuhan paku merupakan golongan tumbuhan yang memiliki spora dan sudah memiliki berkas pengangkut, sehingga termasuk kedalam tumbuhan vascular atau divisi Tracheophyta. Selain itu, tumbuhan paku juga merupakan salah satu golongan tumbuhan Cryptogamae yang pada setiap jenisnya memiliki kormus atau sudah dapat dibedakan antara akar, batang dan daunnya.(Ulfa dalam Adlini et al., 2021).

Organ vegetatif dan generatif pada tumbuhan paku merupakan dua komponen pokok yang khusus. Bagian helaian daun, akar, batang, dan rhizoma merupakan komponen dari organ vegetatif tumbuhan paku. Sedangkan sporangia, sorus, arkegonium, dan juga anteridium merupakan organ generativenya. Sporangium merupakan tempat spora dihasilkan. Berbentuk bintik-bintik cokelat atau hitam berkelompok di bawah permukaan daun. Kumpulan sporangia yang berbentuk bintik-bintik ini pada tumbuhan paku disebut dengan sorus. Klasifikasi tumbuhan paku merupakan ciri-ciri yang sangat berpengaruh yaitu dengan melihat posisi sorus pada tulang daun yang berada dibawah daunnya (Arini & Kinho, 2012).

Akar tumbuhan paku bersifat endogen, mempunyai kaliptra, dan tumbuh ke samping dari batang. Batang tumbuhan paku umumnya bercabang-cabang menggarpu (dikotom) dan terdapat banyak daun yang terus tumbuh. Daun pada tumbuhan paku terdiri atas sporofil atau daun yang mempunyai sporangium dan trofofil atau daun-daun fertil untuk asimilasi (Maulidia et al., 2019). Kemudian menurut Sastrapradja dalam Syafrudin et al (2016) menyatakan bahwa paku-pakuan sebagian besar terdiri atas rumput-rumputan, jarang berupa semak atau pohon, menyukai tempat-tempat lembab, di hutan-hutan tropis dan subtropis, di tepi pantai, sampai ke lereng gunung bahkan ada yang hidup di sekitar kawah-kawah.

2.1.2 Ciri dan Morfologi Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu organ vegetatif yang terdiri dari akar, batang, dan daun. Sedangkan organ generatif terdiri atas spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium (Mu'minim, 2018). Menurut Sharma (2012) terdapat beberapa karakteristik dari tumbuhan paku, yaitu:

- 1) Tumbuhan paku adalah tumbuhan vaskuler fotosintetik dimana organ reproduksi betinanya adalah arkegonium.
- 2) Tumbuhan paku merupakan tanaman yang memiliki generasi yang jelas.
- 3) Generasi sporofit dominan dan mencolok, tetapi bergantung pada generasi gametofit pada permulaan tumbuh.
- 4) Gametofit adalah generasi yang hidup bebas, disebut prothallus.
- 5) Gametofit mengandung antheridia dan arkegonia pada prothallus yang sama atau berbeda.
- 6) Prothallus terbuat dari pelat tipis sel, dan biasanya tidak memiliki kutikula.
- 7) Sporofit terdiri dari akar, batang, dan daun, semuanya memiliki jaringan vaskular.
- 8) Daun memiliki kutikula dan stomata kecuali pada beberapa anggota tumbuhan paku fosil dan primitif.
- 9) Sel telur berada di arkegonium.
- 10) Spermatozoid berenang ke sel telur melalui kemotaksis untuk melakukan pembuahan.
- 11) Homosporous atau heterosporous.
- 12) Heterospora, megaspora besar berkembang menjadi prothalli betina, mengandung arkegonia, dan mikrospora kecil berkembang menjadi prothalli jantan, mengandung antheridia.
- 13) Jaringan pembuluh darah biasanya terbatas pada sporofit.
- 14) Jaringan pembuluh biasanya disusun dalam berbagai macam tersusun dalam berbagai macam steles.
- 15) Xilem biasanya hanya terdiri dari trakeid.
- 16) Daun bersifat mikro atau megafil.

Ciri lain dari tumbuhan paku adalah terdapat pertumbuhan pucuk yang melingkar pada daun muda serta terdapat gugusan dibagian bawah daunnya yang biasanya tumbuh terstruktur dalam barisan dan juga menyebar atau mengelompok (Jamsuri dalam Dini Marini, 2020). Dibawah ini terdapat gambar yang menunjukkan pertumbuhan pucuk yang melingkar pada daun muda tumbuhan paku (Gambar 1).



Gambar 2.1 Daun Muda Tumbuhan Paku
Sumber: Agatha et al (2019)

Sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.2 dibawah ini, bahwa pada tumbuhan paku dewasa terdapat sorus daun. Tumbuhan paku yang mempunyai sorus disebut daun fertil (subur) atau sporofil. Sebaliknya, daun yang tidak mempunyai sorus disebut daun steril (mandul) atau tropofil.



Gambar 2.2 Daun Tropofil dan Daun Sporofil pada Tumbuhan Paku
Sumber: Devy (2014)

Menurut Alghifari dalam Sugiarti (2017) tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi struktur akar, batang, dan daunnya. Struktur tumbuhan paku yang paling terlihat dan dapat dibedakan dari famili yang diamati yaitu pada struktur batang dan daun. Batang adalah tempat dimana daun akan tumbuh. Daun pada tumbuhan

paku yang telah ditemukan memiliki karakter daun yang bermacam-macam. Adapun morfologi dari tumbuhan paku mulai dari akar, batang, daun dan spora, yaitu sebagai berikut:

1) Akar

Akar pada tumbuhan paku kebanyakan memiliki akar tambahan (adventif). Akarnya pada tumbuhan paku tumbuh secara horizontal di permukaan tanah maupun di bawah tanah. Paku epifit umumnya memiliki rhizoma yang menjalar pada batang atau cabang pohon inang. Mempunyai akar yang keluar pertama tidak besar ukurannya namun akan diikuti oleh akar lainnya yang tumbuh dari batang (Dini Marini, 2020).

2) Batang

Menurut Faiz (2018) menyatakan bahwa batang tumbuhan paku berupa protalium pada generasi gametofit, batang sejati pada generasi sporofit, struktur anatomi batang terdiri dari epidermis, korteks, dan silinder pusat:

- a. Epidermis : mempunyai jaringan penguat yang terdiri dari sel-sel sklerenkim
- b. Korteks : banyak mengandung lubang (ruang antar sel)
- c. Silinder pusat : terdiri dari *xylem* dan *floem* yang membentuk berkas pengangkut bertipe konsentris.

3) Daun

Tumbuhan paku memiliki daun yang berukuran kecil (*mikrofil*) dan daun yang berukuran besar (*makrofil*). Pada bagian yang berperan dalam menghasilkan spora yaitu bagian daun pada tumbuhan paku disebut *sporofil*, sedangkan daun yang tidak menghasilkan spora disebut *tropofil*. Namun tidak semua tumbuhan paku memiliki tipe daun yang berfungsi khusus, contohnya pada suplir (Lestari dalam Dini Marini, 2020). Sebagaimana telah dijelaskan diatas, pada Gambar 2.3 menunjukkan mengenai struktur yang ada pada tumbuhan paku.



Gambar 2.3 Struktur Tumbuhan Paku

Sumber: Dini Marini (2020)

2.1.3 Klasifikasi Tumbuhan Paku

Pengklasifikasian tumbuhan paku menurut (Ruggiero et al., 2015) diklasifikasikan kedalam 2 kelas, yaitu kelas Lycopodiopsida dan kelas Polypodiopsida. Adapun klasifikasi tumbuhan paku pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Klasifikasi Tumbuhan Paku

Divisi	Subdivisi	Kelas	Sub Kelas	Bangsa	
Tracheophyta	Lycopodiophytina	Lycopodiopsida	Lycopodiidae	Isoetales	
				Lycopodiales	
				Selaginellales	
	Polypodophytina	Polypodiopsida	Polypodiidae	Equisetidae	Equisetales
				Marattiidae	Marattiales
				Ophioglossidae	Ophioglossales
					Psilotales
				Polypodiidae	Cyatheales
					Gleicheniales
					Hymenophyllales
					Osmundales
Polypodials					
Salviniales					
Schizaeales					

Sumber: (ITIS, 2024)

1) Kelas Lycopodiopsida

Pada kelompok ini, batang dan akarnya bercabang-cabang menggarpu. Daunnya kecil-kecil (mikrofil) tidak bertangkai, selalu bertulang satu saja dan ada beberapa bangsa yang daunnya memiliki lidah (*Lingula*). Paku ini banyak tumbuh di hutan-hutan daerah tropis dan subtropis (Devy, 2014). Kelas Lycopodiopsida terdiri dari 3 bangsa, yaitu:

a) Bangsa Isoetales

Menurut Afifah (2018) bangsa Isoetales terdiri atas tanaman yang sporofitnya menyerupai jagung dan memiliki akar perenial yang menghasilkan meristem. Daun berukuran kecil dan berbentuk ligulate atau seperti pita. Spora yang dimiliki dua tipe dengan jenis gametofit andosporik. Contoh dari tanaman ini adalah *Isoetes coromandeliana* L. (gambar 2.4).



Gambar 2.4 *Isoetes coromandeliana* L.

Sumber: (Patel et al., 2015)

b) Bangsa Lycopodiales

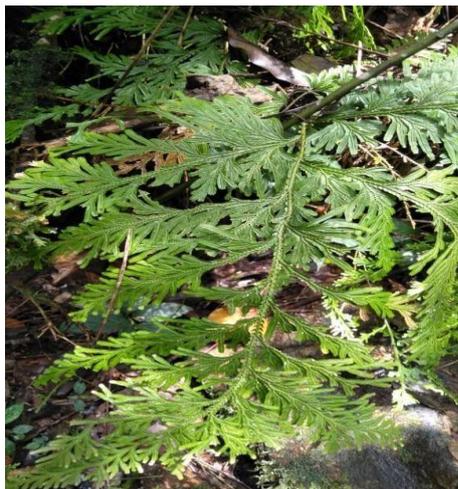
Ordo ini terdiri kurang lebih 200 jenis tumbuhan yang hampir semua tergolong Lycopodiales. Ciri-cirinya yaitu batang mempunyai berkas pengangkut sederhana, tumbuh tegak atau berbaring dengan cabang-cabang yang menjulang keatas, daun-daun berambut, berbentuk garis atau jarum dan akar bercabang menggarpu. Contohnya adalah *Lycopodium complanatum* (Sugiarti, 2017). Contoh dari bangsa Lycopodiales terdapat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Lycopodium complanatum*
Sumber: Alamsyah & Pamungkas (2020)

c) Bangsa Selaginellales

Bangsa selaginellales diperkirakan memiliki 800 spesies yang mendiami berbagai habitat, termasuk gurun, hutan hujan tropis, dan habitat alpen. Bangsa ini memiliki bentuk pertumbuhan yang sangat beragam, termasuk tegak, memanjat, merayap, dan bercabang menggarpu. Biasanya memiliki daun berukuran berbeda dan memiliki ligula didasar daun, memiliki heterospora (mikrospora dan megaspora) dan rizofor. Contohnya yaitu *Selaginella caudata*, *Selaginella plana*, *Angiopteris evecta* dan *Selaginella willdenowii* (Zhou et al., 2016). Dibawah ini terdapat gambar yang menunjukkan tumbuhan paku *Selaginella sp.* (gambar 2.6).



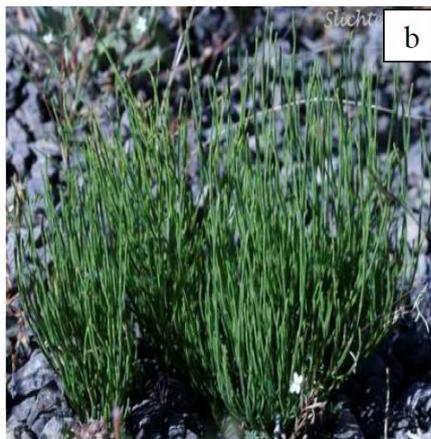
Gambar 2.6 *Selaginella sp.*
Sumber: (Rizkiani, 2019)

2) Kelas Polypodiopsida

Kelas ini lebih umumnya dikenal sebagai tumbuhan paku sejati. Tumbuhan ini termasuk higrofit, banyak yang hidup di tempat teduh dan lembab. Semua anggota Polypodiopsida mempunyai daun-daun yang besar (makrofil), bertangkai, tumbuhan muda paku ini daunnya menggulung pada ujungnya dan pada sisi bawah mempunyai banyak sporangium (Sugiarti, 2017). Kelas Polypodiopsida memiliki 11 bangsa, yaitu bangsa Equisetales, bangsa Marattiales, bangsa Ophloglossales, bangsa Psilotales, bangsa Cyatheales, bangsa Gleicheniales, bangsa Hymenophyllales, bangsa Osmundales, bangsa Polypodiales, bangsa Salviniiales, bangsa Schizaeales.

a) Bangsa Equisetales

Habitat tumbuhan ini dapat ditemukan di darat, rawa-rawa, serta ditanah yang dingin dan lembab. Equisetales sering digunakan masyarakat sebagai tanaman hias. Tumbuhan ini memiliki ciri seperti rimpang yang merayap dengan bercabang yang berdiri tegak sehingga membentuk rumpun dan tampak seperti rumput-rumputan. Batang dan cabang beralur dan terdiri atas ruas-ruas yang memanjang. Daun *microphyllus* berbentuk selaput atau sisik yang terletak pada buku-buku batang. Daun-daun tersebut di bagian bawah berlekatan menjadi suatu sarang yang melindungi ruas-ruas batang. Contohnya yaitu *Equisetum arvense* dan *Equisetum ramosissimum* (Afifah, 2018). *Equisetum arvense* dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Equisetum arvense*
Sumber: (Khasanah, 2019)

b) Bangsa Marattiales

Bangsa Marattiales memiliki daun yang sangat besar dengan tulang daun menyirip ganda. Sporangium terdapat dibagian sisi bawah daun, memiliki dinding yang tebal dan tidak memiliki cincin atau *anulus*. Sporangium matang maka akan membuka dengan celah atau liang. Sebagian tumbuhan paku ini merupakan paku tanah. Sorus sporangium sering ditemukan berlekatan menjadi *sinangium* (Afifah, 2018). Contoh dari Ordo *Marattiales* adalah *Angiopteris evecta* yang terdapat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Angiopteris evecta*
Sumber: (Kinho, 2009)

c) Bangsa Ophloglossales

Tumbuhan ini memiliki batang didalam tanah yang pendek. Terdapat pertumbuhan yang menebal sekunder yang lemah, daun mempunyai bagian khusus untuk asimilasi dan bagian fertil menghasilkan alat reproduksi. Contohnya *Ophioglossum reticulatum*, *Botrychium ternatum*, dan *Lygodium flexuosum* (Sugiarti, 2017). Salah satu contoh dari bangsa Ophloglossales yaitu *Lygodium flexuosum* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Lygodium flexuosum*
Sumber: (Kinho, 2009)

d) Bangsa Psilotales

Tumbuhan paku ini berupa terpa atau semak-semak. Psilotales memiliki ciri tubuh tanaman sederhana yang dapat dibedakan menjadi rhizoma, tidak ada akar, rizoid timbul dari tumpukan rhizoma, percabangan batang dikotom dan tertutupi oleh duri yang tumbuh serta tipe homospora (Afifah, 2018). Contohnya adalah *Psilotum nudum* yang terdapat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Psilotum nudum*
Sumber: (Sugiarti, 2017)

e) Bangsa Cyatheales

Tumbuhan paku ini memiliki akar yang ditemukan dekat dengan dasar caudis, berfungsi untuk kestabilan. Rhizom paku menjalar bercabang baik pada tipe irreguler atau dikotomi. Rhizoid tumbuhan paku sudah berkembang ke arah akar untuk kepentingan hidupnya. Rambut-rambut akar tersebut akan menyerap air dan garam mineral terlarut (Tjitrosoepomo dalam Sugiarti, 2017). Salah satu contoh spesies pada ordo *Cyantheales* adalah *Cyathea contaminans* (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 *Cyathea contaminans*
Sumber: (Kinho, 2009)

f) Bangsa Gleicheniales

Tumbuhan paku ini merupakan tumbuhan paku yang memiliki habitat terestrial. Habitat daerah terbuka atau di tepi jalan. Habitus nya adalah semak. Percabangan batang dikotom, panjangnya bisa mencapai 10 m atau lebih. Batang coklat kehijauan, mengkilat. Daun majemuk ganda. Sorus berada disepanjang tepi tulang anak daun, berbentuk bulat (Sofiyanti et al., 2020). Contohnya adalah *Gleichenia linearis* (Gambar 2.12).



Gambar 2.12 *Gleichenia linearis*
Sumber: (Alamsyah & Pamungkas, 2020)

g) Bangsa Hymenophyllales

Sorus terdapat dibagian tepi daun, mempunyai indusium yang berbentuk piala atau bibir. Sporangium tanpa tangkai dengan cincin yang sempurna dengan letak yang melintang. Panjang indusium mencapai sepertiga berkatup dua. Tiang pendukung sporangium sedikit atau muncul sampai jauh diluar indusium. Banyak sel-sel berukuran kecil yang berukuran sama besar (Afifah, 2018). Contohnya adalah *Hymenophyllum tunbrigense* yang terdapat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 *Hymenophyllum tunbrigense*
Sumber: (Rizkiani, 2019)

h) Bangsa Osmundales

Osmundales memiliki sporangium tersebar dan kadang-kadang menutupi sebagian besar permukaan daun, contohnya adalah *Osmunda javanica* (Afifah, 2018). Memiliki karakter anatomi batang yang khas, siphonostele ekytofilik, dengan cincin untaian xilem diskrit, stipula dipangkal petiola, daun dimorfik atau dengan subur porsi yang berbeda dengan steril, sporangia besar, anulus literal, spora hijau, gametofia besar (Mu'minin, 2018). Contohnya adalah *Osmunda* yang terdapat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Osmunda*
Sumber: (Maslaha, 2020)

i) Bangsa Polypodiales

Batang pada tumbuhan paku ini tidak nyata karena menyatu dengan tulang daun, daunnya tunggal, berwarna hijau, ujung daun meruncin, letak daun melingkar berbentuk keranjang (sarang burung), memiliki sorus melekat pada garis-garis anak tulang daun yang terdapat dibawah daun berwarna coklat muda dan berbentuk bangun garis (Khasanah, 2019). Contohnya adalah *Asplenium nidus* L yang terdapat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Asplenium nidus* L.
Sumber: (Kinho, 2009)

j) Bangsa Salviniiales

Tumbuhan paku ini adalah tumbuhan yang mengapung dengan bebas dipermukaan air. Memiliki daun yang berkarang dan tiap buku terdapat tiga daun. Sporangium terkumpul pada pangkal daun yang berada di dalam air. Masing-masing memiliki satu sorus yang dilindungi indusium (Afifah, 2018). Contohnya *Azolla pinnata* (Gambar 2.16).



Gambar 2.16 *Azolla pinnata*
Sumber: (Sudjana, 2014)

k) Bangsa Schizaeales

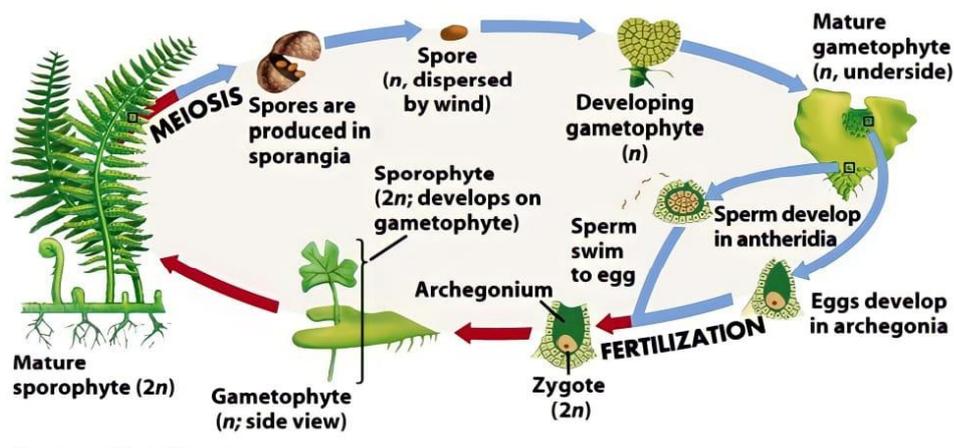
Ordo Schizaeales memiliki jumlah banyak, perbedaan yang mencakup gametofit, anatomi stelar, morfologi daun, jenis sorus, spora, dan nomor kromosom. Diferensi daun-daun yang subur-steril, tidak adanya sori yang terdefinisi dengan baik, sporangia masing-masing dengan melintang, subapikal, kontinyu anulus (Mu'minin, 2019). Adapun contoh tanaman paku dari bangsa Schizaeales yaitu *Lygodium circinnatum* terdapat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 *Lygodium circinnatum*
Sumber: (Kinho, 2009)

2.1.4 Daur Hidup Tumbuhan Paku

Daur hidup yang dimiliki tumbuhan paku mengalami bergiliran keturunan, terdiri dari dua fase utama yaitu gametofit dan sporofit. Protalus (*Prothallus*) atau protalium (*Prothallium*) merupakan bentuk generasi fase gametofit, yang wujudnya tumbuhan kecil berupa lembaran kecil berwarna hijau, mirip seperti lumut hati, tidak memiliki akar (namun memiliki rhizoid sebagai penggantinya), tidak berbatang dan tidak berdaun. Pada fase sporofit merupakan sesuatu yang sering kali ditemui karena pada fase tumbuhan paku tersebut dapat memproduksi spora (Kinho, 2009). Pada Gambar 2.18 di bawah ini, menunjukkan ilustrasi mengenai daur hidup dari tumbuhan paku.



Gambar 2.18. Daur Hidup Tumbuhan Paku
Sumber: (Anas, 2016)

2.1.5 Habitat Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku adalah tumbuhan tidak berbunga yang dapat melakukan fotosintesis, serta memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi dan terdistribusi dari dataran yang sejajar dengan permukaan laut, sampai hampir dipuncak tertinggi vegetasi pegunungan di daerah tropis. Tumbuhan paku juga merupakan tumbuhan kormofita berspora yang dapat hidup diberbagai habitat seperti terestrial, epifit, dan aquatik (Agatha et al., 2019).

2.1.5.1 Habitat Terrestrial

Beberapa jenis tumbuhan paku memiliki adaptasi yang tinggi sehingga dapat hidup pada berbagai substrat, diantaranya adalah *Pteris multifida*,

Nephrolepis biserrata, *Nephrolepis biserrata*, dan *Microsorium nigrescens*. Tumbuhan paku tersebut mungkin kurang menarik dari segi estetika untuk dijadikan tanaman ornamental, tetapi sangat menarik dari segi sains karena dapat beradaptasi di substrat yang kurang sesuai bagi tumbuhan lain, yaitu hidup di tanah, celah batu, atau tembok. Tumbuhan paku tersebut juga dapat hidup pada tempat ternaungi ataupun tidak ternaungi (Morajkar et al., 2015). Selain itu, habitat yang paling disukai oleh tumbuhan paku terestrial adalah di tanah miring, tebing kali, selokan, danau atau kandang yang cenderung ternaungi. Daerah miring yang digemari tumbuhan paku, kemungkinan membuat mereka menjadi penahan tebing jika sewaktu-waktu daerah tersebut terkena hujan yang deras dan memungkinkan terjadinya longsor (Agatha et al., 2019).

2.1.5.2 Habitat Epifit

Tumbuhan epifit merupakan tumbuhan yang dapat menempel di tumbuhan lain sebagai karakteristik utamanya, tetapi tidak merugikan tumbuhan yang ditempelinya. Tumbuhan ini dapat menempel pada pohon-pohon di hutan yang lembab, sampah dedaunan, dan dahan pohon yang telah tumbang, kotoran hewan yang telah berjamur beberapa waktu (Roziaty et al., 2016). Menurut Steenis dalam Pradipta et al (2020) menyatakan bahwa tidak terdapat suatu hubungan yang khusus antara tumbuhan epifit dengan pohon inangnya. Tumbuhan epifit jenis apa saja berkesempatan untuk bisa menetap pada pohon apapun sepanjang tersedia humus bagi epifit, hal ini terbukti pada jenis tumbuhan paku jenis apa saja. Keberadaan paku epifit ditentukan oleh kondisi iklim mikro yang disediakan oleh pohon inang, kanopi, intensitas cahaya, suhu, kelembaban serta karakteristik kulit batang pada pohon inang membentuk kondisi yang cocok sebagai habitat paku epifit (Agatha et al., 2019)

2.1.5.3 Habitat Aquatik

Tumbuhan paku air merupakan tumbuhan paku yang terapung bebas, heterospor, tiap sporokarpium berisi satu sorus dan tiap sorus hanya membentuk makro dan mikrosporangium, contohnya adalah *Salvinia natans* (Rahmi, 2018). Selain *Salvinia natans*, adapun contoh lain dari tumbuhan paku yang berhabitat di akuatik yaitu semanggi air (*Marsilea crenata*) dan *Azolla sp.*. Semanggi air banyak

ditemukan pada pematang sawah, kolam, danau, rawa, dan sungai. Tumbuhan ini memiliki morfologi yang sangat khas yaitu bentuk daunnya menyerupai payung yang tersusun dari empat kelopak anak daun yang berhadapan (Nurjanah et al., 2012). Tumbuhan jenis ini banyak ditemukan pada tempat yang sedang mengering, yang tadinya tergenang air di sawah, saluran air, dan selokan yang tidak dalam. Tanaman ini mudah dijumpai pada air yang tidak dalam, muncul diatas air dan pada air yang dalam mengapung (Wiadya, 2003). Selanjutnya *Azolla sp* merupakan salah satu jenis tumbuhan paku berukuran kecil yang hidup di perairan. Tumbuhan ini banyak tumbuh secara liar dan berkembang tanpa dibudidayakan. Kurangnya informasi mengenai pengenalan serta manfaat tumbuhan ini, sehingga pada beberapa daerah masih banyak petani yang menganggap tumbuhan *Azolla sp* sebagai tumbuhan gulma (pengganggu) (Mantang et al., 2018).

2.1.6 Peranan Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku sebagai bagian dari keanekaragaman hayati merupakan komunitas tumbuhan yang memiliki fungsi ekologis yang cukup penting didalam ekosistem hutan, seperti sebagai vegetasi penutup tanah, pencampur serasah bagi pembentukan hara tanah, dan produsen dalam rantai makanan, disamping itu berperan sebagai sumber plasma nutfah juga berpotensi sebagai sumber pangan dan obat-obatan (A. Pradipta et al., 2020). Sejalan dengan itu, Agatha et al (2019); Maulidia et al (2019) menyatakan bahwa paku-pakuan terkadang dianggap sebagai tumbuhan pengganggu dan tidak berguna, padahal paku-pakuan memiliki peranan yang penting diantaranya sebagai bahan pangan, pakan ternak, pewarna, penyedap rasa, penghasil serat, pupuk hayati, insektisida, atap, bahan bangunan mencegah erosi, bahan pembuat obat-obatan, bahan penggosok dan sebagai tanaman hias.

2.1.7 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku

Keberadaan tumbuhan paku disuatu tempat juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan. Lingkungan tumbuhan paku mencakup tanah untuk akarnya, sinar matahari yang sampai ke daun, hujan, angin, perubahan suhu, termasuk tumbuhan lain yang tumbuh disekitarnya. Kondisi lingkungan yang cocok untuk tumbuhan paku ialah di hutan yang tertutup ditandai dengan sedikitnya jumlah sinar matahari yang menembus kanopi hingga mencapai permukaan tanah dan

kelembaban udaranya sangat tinggi (Suraida et al., 2013; Khasanah, 2019). Selain itu, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran tumbuhan paku yaitu terdiri dari suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya (Ceri et al., 2014; Sastrapradja *et al* dalam Astuti et al., 2018).

2.1.7.1 Suhu

Tumbuhan paku adalah tumbuhan yang pertumbuhannya dipengaruhi oleh adanya suhu yang lembab. Standar suhu dan kelembaban udara yang dinyatakan oleh Thomas dan Garber dalam Khamalia et al. (2018) adalah tumbuhan paku menyukai temperatur sejuk dan kelembaban yang tinggi untuk pertumbuhannya. Tumbuhan paku yang tumbuh di daerah tropis pada umumnya menghendaki suhu kisaran 21 – 27°C dan kelembaban udara berkisar antara 60% – 80% untuk pertumbuhannya. Pada suhu rendah yaitu 13 – 18°C merupakan suhu yang diperlukan bagi tumbuhan paku yang memiliki daun berukuran kecil, sedangkan pada suhu 15 – 21°C diperlukan untuk tumbuhan paku yang memiliki daun yang besar (Yusuf, 2009).

2.1.7.2 Kelembaban Udara

Kelembaban udara dapat diartikan sebagai jumlah uap air yang terkandung di udara tiap satuan volume. Uap air ini berasal dari proses transpirasi maupun evaporasi (Yusuf, 2009). Menurut Syafrudin, *et al* dalam Dini Marini (2020) bahwa faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban rata-rata sekitar 19°C dan kelembaban 90% sehingga akan membuat pertumbuhan tumbuhan paku tumbuh dengan perkembangannya yang sangat optimal. Kelembaban udara akan sangat mempengaruhi dalam proses transpirasi.

2.1.7.3 Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan sesuatu yang paling penting bagi pertumbuhan tumbuhan, terutama cahaya matahari. Kebanyakan dari tumbuhan paku akan tumbuh dengan kondisi lingkungan yang mendukung jika mendapatkan pencahayaan berkisar antara 40% - 50% sinar matahari (Urai dalam Dini Marini, 2020). Menurut Lindasari et al (2015) intensitas cahaya berdampak pada peningkatan suhu terhadap faktor lingkungan yang baik bagi pertumbuhan paku. Tumbuhan paku perlu mendapatkan sinar matahari sesuai kisaran optimal

pertumbuhan tumbuhan paku yang terbaik, intensitasnya tidak boleh amat tinggi atau rendah. Penyinaran intensitas cahaya yang maksimal bagi pertumbuhan paku berkisar antara 200 – 600 Lux (Dini Marini, 2020).

2.1.7.4 Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin sangat diperlukan pada tumbuhan paku, karena kecepatan angin dapat mempengaruhi persebaran spora tumbuhan paku yang berpengaruh terhadap heterogenitas dan distribusi tumbuhan paku. Ketika spora keluar dari kotak spora, maka spora akan dibawa oleh angin menuju permukaan yang sesuai untuk perkembangannya. Jika kecepatan angin semakin tinggi, maka semakin jauh persebaran spora (Imaniar et al., 2017).

2.1.8 Suplemen Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang digunakan guru dalam melaksanakan pembelajaran baik tertulis maupun tidak tertulis untuk mencapai tujuan dari suatu proses pembelajaran. Bahan ajar sebagai suatu komponen utuh yang tersusun secara sistematis sesuai dengan kompetensi dasar yang akan dikuasai peserta didik dan akan digunakan dalam proses pembelajaran (Prastowo dalam Ariman, 2020). Adapun pengertian suplemen menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), suplemen adalah (sesuatu) yang ditambahkan untuk melengkapi, tambahan. Sehingga, suplemen bahan ajar merupakan segala macam bahan baik dalam bentuk cetak maupun noncetak yang memiliki fungsi sebagai pendamping atau pelengkap bahan ajar utama yang digunakan dalam proses belajar mengajar (Sulistiyawati, 2019). Keberadaan suplemen bahan ajar ini adalah sebagai pendamping buku teks pelajaran, yang selama ini menjadi buku pegangan pokok. Materi pada suplemen bahan ajar juga untuk memperkaya pengetahuan dan memperdalam materi yang belum disampaikan dalam buku pegangan pokok (Lu'lua, 2016).

Salah satu media yang dapat dijadikan suplemen bahan ajar adalah *booklet*. Menurut Rahmatih et al (2017) *booklet* merupakan buku berukuran kecil dan tipis berisi informasi yang dilengkapi dengan gambar. *Booklet* memiliki keunggulan, diantaranya mudah dibawa karena berukuran kecil, dilengkapi penjelasan yang ringkas dan sistematis, serta gambar yang mempermudah pemahaman siswa

terhadap suatu konsep maupun fakta. Selain itu, terdapat kelebihan lain yang dimiliki *booklet* menurut Citrawathi et al (2013) yaitu *booklet* dapat mengatasi batasan ruang dan waktu. Hal ini menunjukkan bahwa *booklet* dapat digunakan siswa kapanpun dan dimanapun siswa ingin belajar. Sehingga *booklet* sangat cocok untuk dijadikan sebagai suplemen bahan ajar bagi siswa yang didalamnya sudah dilengkapi dengan gambar, penjelasan ringkas dan jelas, dan tidak membosankan saat dibaca.

2.1.9 Gunung Sawal

Gunung Sawal merupakan salah satu rangkaian pegunungan yang sifatnya non vulkanik/ tidak aktif, dan secara administratif Gunung Sawal melingkupi beberapa wilayah, yaitu Kecamatan Panjalu, Kawali, Cipaku, Cikoneng, Cihaurbeti, Sadananya, Lumbung, Sindangkasih, dan Panumbangan yang mana semua daerah tersebut termasuk kedalam wilayah Kabupaten Ciamis, Jawa Barat (Hendrian et al., 2019). Topografi Gunung Sawal adalah bergelombang dan berbukit amat terjal dengan puncak gunung tertinggi adalah 1.764 m. Tingkat kemiringan lereng dibagian tengah Gunung Sawal adalah 20 – 45%, dan kawasan Gunung Sawal memiliki tipe iklim B, dengan curah hujan cukup tinggi, yaitu rata-rata 3.360 mm per tahun dan temperatur rata-rata 19 – 27°C dan kelembaban udara mencapai 74,8% (Widodo, 2012) (Hendrian et al., 2019).

Kawasan Gunung Sawal dengan luas kawasan 5.400 Ha sudah ditetapkan sebagai kawasan Suaka Margasatwa (SM) Gunung Sawal berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No.420/Kpts/Um/1979. Tetapi, pada tanggal 25 Maret 2014 berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. SK.1852/Menhut-VII/KUH/2014 kawasan Suaka Margasatwa Gunung Sawal sekarang diperluas menjadi 5.567,37 Ha (BBKSDA, 2016). Di Kawasan Suaka Margasatwa Gunung Sawal terdapat dua jenis tanah, yaitu Latosol dan Andosol. Tanah jenis tersebut umumnya bertekstur liat, namun beberapa tempat lain terdapat tanah bertekstur lempung (pasir halus) dan berbatu (Hendrian et al., 2019). Selain itu, di kawasan Suaka Margasatwa Gunung Sawal juga terdapat aliran air sungai Citandui, dimana dari bagian hulu sungai mengalir suatu sumber air yang melintasi berbagai anak sungai. Hal itu berperan penting bagi masyarakat sebagai sumber mata air maupun

pendukung kualitas lingkungan bagi kehidupan sehari-hari masyarakat. Gunung Sawal relatif bagus, walaupun di beberapa tempat kemungkinan telah berubah fungsi untuk berbagai kepentingan pemerintah daerah maupun masyarakat setempat (Widodo, 2012).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Handayani & Sugiarti (2012) tentang keanekaragaman jenis tumbuhan paku di kawasan Gunung Purbalangeran sebagai sumber belajar biologi, pada penelitian ini ditemukan 13 jenis tumbuhan paku diseluruh area penelitian. Hasil penelitian diidentifikasi keanekaragamannya dan hasil penelitian ini berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber belajar biologi SMA kelas X pada materi pembelajaran keanekaragaman hayati. Sejalan dengan itu, penelitian yang dilakukan Relita (2017) mengenai identifikasi keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan air terjun Kapas Biru, Kecamatan Pronojiwo Kabupaten Lumajang juga menghasilkan penemuan sebanyak 30 jenis tumbuhan paku di lokasi penelitian. Hasil yang ditemukan diidentifikasi dan hasilnya dijadikan sebagai sumber pembelajaran berbentuk booklet, yang berisi tentang informasi keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan air terjun Kapas Biru.

Selain itu, adapun penelitian yang dilakukan oleh Suraida et al (2013) yang bertempat di Taman Hutan Kenali Kota Jambi dan menemukan sebanyak 16 spesies tumbuhan paku diberbagai tipe habitat, yang terdiri dari 11 jenis paku terestrial dan 5 jenis paku epifit. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan Astuti et al (2017) di jalur pendakian Selo kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu, Jawa Tengah yang menemukan sebanyak 33 jenis tumbuhan paku dari 15 famili. Dan penelitian yang dilakukan oleh Syafrudin et al (2016) di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango Cianjur menemukan sebanyak 56 jenis tumbuhan paku.

2.3 Kerangka Konseptual

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki Sumber Daya Alam yang melimpah. Sumber Daya Alam yang dimiliki negara Indonesia salah satunya

adalah kekayaan floranya. Bahkan menurut beberapa ahli mengatakan bahwa, Indonesia memiliki keberagaman jenis flora dengan jumlah yang sangat banyak. Dan tumbuhan paku menjadi salah satu kekayaan flora yang dimiliki Indonesia, dimana kemelimpahannya tersebar luas di wilayah Indonesia. Tetapi, tumbuhan paku ini belum dimanfaatkan dengan baik dan keberadaannya masih dihiraukan oleh masyarakat.

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang mudah ditemui, baik di hutan, taman, maupun di sungai. Habitat dari tumbuhan paku ini berbeda-beda, ada yang menempel ditumbuhan lain atau bebatuan (epifit), tumbuh di atas tanah (terrestrial), maupun di permukaan air (aquatik). Tumbuhan paku ini termasuk kedalam tumbuhan yang sudah dapat dibedakan bagian-bagiannya, yaitu bagian akar, batang, dan daun. Pertumbuhan tumbuhan paku sangat dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, kelembaban tanah, kelembaban udara, dan pH tanah atau keasaman tanah.

Gunung Sawal merupakan salah satu pegunungan yang terletak di Jawa Barat, tepatnya di Kabupaten Ciamis. Gunung Sawal memiliki cakupan wilayah yang sangat luas, yaitu mencakup sembilan kecamatan yang ada di Kabupaten Ciamis. Berdasarkan hasil observasi, Gunung Sawal ini memiliki potensi keanekaragaman tumbuhan paku yang cukup tinggi. Salah satunya terdapat di wilayah Curug Tujuh yang terletak di Kecamatan Panjalu, Ciamis. Tetapi berdasarkan pencarian sumber dan literatur yang dilakukan peneliti, belum ditemukannya data inventarisasi mengenai keberagaman jenis tumbuhan paku yang ada di Curug Tujuh. Selain itu, di Curug Tujuh juga belum terdapat dokumentasi tertulis mengenai indeks keanekaragaman, kelimpahan, keseragaman, dominansi, dan pola persebaran tumbuhan paku di Curug Tujuh, Ciamis.

Berdasarkan uraian diatas, solusi yang akan dilakukan adalah dengan melakukan inventarisasi mengenai jenis-jenis tumbuhan paku yang terdapat di wilayah Curug Tujuh, Ciamis. Kemudian, melakukan dokumentasi tertulis mengenai indeks keanekaragaman, kelimpahan, keseragaman, dan pola persebaran tumbuhan paku di Curug Tujuh, Ciamis. Hasil dari penelitian ini akan dibuat dalam

bentuk buku saku (*booklet*) untuk bidang pendidikan sebagai suplemen bahan ajar biologi.

2.4 Pertanyaan Penelitian

- 1) Bagaimana potensi keragaman tumbuhan paku yang ada di Gunung Sawal?
- 2) Bagaimana keberagaman tumbuhan paku berdasarkan ketinggian di wilayah Gunung Sawal?
- 3) Bagaimanakah indeks ekologis yang meliputi indeks keanekaragaman, pola sebaran, indeks keseragaman, indeks nilai penting jenis dan indeks dominansi dari tumbuhan paku yang terdapat di Gunung Sawal?
- 4) Bagaimanakah hasil penelitian tentang keanekaragaman tumbuhan paku di Gunung Sawal yang dijadikan sebagai suplemen bahan ajar?