

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah ukuran integrasi komunitas dengan menghitung dan mempertimbangkan jumlah populasi yang membentuknya dengan kelimpahan relatif. Keanekaragaman atau keberagaman dari makhluk hidup dapat terjadi akibat adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, penampilan (Kristanto dalam Putri et.al., 2012). Keanekaragaman yang menggambarkan interaksi berbagai makhluk hidup dengan lingkungannya di bumi disebut dengan keanekaragaman hayati atau biodiversitas. Keanekaragaman hayati merupakan variasi atau perbedaan bentuk-bentuk makhluk hidup, meliputi perbedaan pada tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, materi genetik yang di kandunginya, serta bentuk-bentuk ekosistem tempat hidup suatu makhluk hidup (Ridhwan, 2012). Menilai potensi keanekaragaman hayati, sering kali terpusat pada keanekaragaman jenis, karena mudah untuk teramati.

Keanekaragaman tingkat jenis adalah keanekaragaman atau keanekaan spesies organisme yang menempati suatu ekosistem, di darat maupun di perairan (Priyandayani, et.al, 2018). Masing-masing organisme memiliki ciri yang berbeda satu dengan yang lainnya. Keanekaragaman jenis menunjukkan seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup antara jenis (interspesies) dalam satu marga (Yuliasuti dan Herawatiningsih, 2014). Seperti halnya tumbuhan paku dalam dunia tumbuhan termasuk golongan besar. Menurut Tjitrosoepomo (1994) tumbuhan paku diklasifikasikan berdasarkan perbedaan morfologi tubuh. Keanekaragaman tumbuhan paku yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi indeks dominansi dan indeks keanekaragaman yang ditentukan berdasarkan parameter indeks nilai penting (INP) dengan menggunakan rumus dari Shannon-Weiner (H').

Keanekaragaman jenis merupakan karakteristik tingkatan dalam komunitas berdasarkan organisasi biologisnya, yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitasnya (Achmad et al. 2013). Menurut Soegianto

(1994) dalam Nento et al., (2013) Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies (jenis) dengan kelimpahan spesies sama dan hampir sama. Sebaliknya jika suatu komunitas disusun oleh sedikit spesies dan jika hanya sedikit spesies yang dominan maka keanekaragaman jenisnya rendah.

2.1.2 Tinjauan Umum Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan Paku (Pteridophyta) merupakan kelompok tumbuhan yang tersebar luas diseluruh dunia yang tumbuh di daerah lembab. Paku-pakuan di dunia diperkirakan ada 10.000 jenis, di Indonesia ada sekitar 2.197 jenis atau sekitar 22% paku-pakuan yang tumbuh, dan sebanyak 630 jenis diantaranya ditemukan di Pulau Jawa (Murniningtyas et al., 2016). Tumbuhan paku merupakan suatu divisi yang anggotanya telah jelas mempunyai kormus, artinya tubuhnya dengan nyata dapat dibedakan dalam tiga bagian pokok yaitu akar, batang, dan daun (Tjitrosoepomo, 2004). Tumbuhan paku tidak menghasilkan biji tetapi berkembang biak menggunakan spora, sehingga tumbuhan paku dapat disebut juga dengan Tracheophyta berspora.

Kebanyakan tumbuhan paku biasanya dicirikan pertumbuhan pucuknya yang melingkar, daunnya terdapat spora yang menempel secara teratur dalam barisan dan ada juga yang menggerombol atau menyebar (Jamsuri 2007). Berdasarkan poros bujurnya, embrio tumbuhan paku dibedakan menjadi kutub atas yang berkembang membentuk rimpang dan daun, serta kutub bawah membentuk akar. Reproduksi tumbuhan paku ada dua macam, pertama secara vegetatif yaitu stolon yang menghasilkan gemma (tunas), kedua secara generatif dengan melalui pembentukan sel kelamin jantan dan betina oleh anteridium yang menghasilkan spermatozoid, dan arkegonium yang menghasilkan ovum (Lovelles 1989 dalam Lubis 2009).

Tumbuhan Paku (Pteridophyta) dikenal masyarakat sebagai tumbuhan lunak. Anggota Pteridophyta pada umumnya berupa tumbuhan lunak atau sebagian berkayu, yang merupakan tumbuhan herbal dan semak, dan hanya sebagian yang berupa pohon (Akhmadi 2010 dalam Yulianor, 2019). Pada umumnya masyarakat hanya mengenal tumbuhan paku yang biasa dipakai sebagai bahan pangan seperti

Diplazium esculentum pakis muda yang dijadikan bahan sayuran dan sebagai tanaman hias yaitu *Huperzia phlegmaria* (gambar 2.1). Tumbuhan paku memiliki fungsi ekologi dalam ekosistem hutan, seperti sebagai pencegah erosi tanah.



Gambar 2.1 Penggunaan Tumbuhan Paku (a) *Diplazium esculentum* sebagai bahan sayuran; (b) *Huperzia phlegmaria* sebagai tanaman hias.

Sumber : Dokumentasi Penulis (2022)

Tumbuhan Paku sangat heterogen, ditinjau dari segi habitus maupun cara hidupnya. Berdasarkan habitus terdapat jenis tumbuhan paku yang sangat kecil memiliki daun-daun kecil dengan strukturnya masih sederhana dan ada yang besar daunnya mencapai ukuran 2 m dengan struktur yang rumit. Berdasarkan cara hidupnya ada jenis-jenis paku yang hidup di atas tanah (terrestrial), menumpang pada tumbuhan lain (epifit), dan ada paku air (akuatik) (Sianturi et al., 2020). Tumbuhan paku tersebar luas tumbuh pada daerah tropik yang lembab kecuali di daerah bersalju abadi dan gurun. Hal ini sesuai dengan Mackinnon et al. (2000) semakin ekstrim kondisi lingkungan, baik karena iklim, tanah, atau ketinggian tempat yang bertambah, semakin berkurang keragaman jenis tumbuhan paku dan satu atau dua jenis semakin dominan.

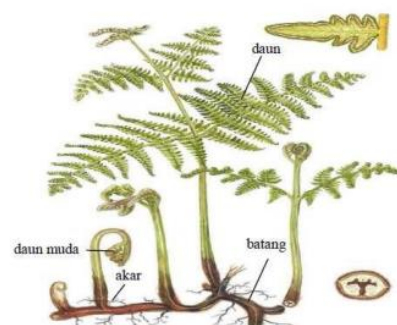
Tumbuhan paku telah jelas memiliki kormus tetapi tidak memiliki bunga, buah, dan biji. Tumbuhan paku bersama tumbuhan berbiji dimasukkan ke dalam kormophyta tetapi tumbuhan paku tidak menghasilkan biji, melainkan dapat berkembang biak dengan spora maka disebut Tracheophyta berspora. Mengingat jumlah jenisnya yang cukup banyak maka dapat dijumpai mulai dari tepi pantai sampai ke pegunungan tinggi. Tumbuhan paku banyak hidup pada tempat lembab sehingga disebut tanaman higrofit. Tumbuhan paku berdaun lunak yang

membentuk bangun sayap serta terdapat bulu pada pucuk yang menggulung dan pada akarnya.

2.1.3 Karakteristik dan Morfologi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku (Pteridophyta) termasuk kedalam botani cryptogamae atau tumbuhan tingkat rendah. Sedangkan menurut Raven et al. (2005) Tumbuhan paku merupakan tumbuhan peralihan antara tumbuhan bertalus dengan tumbuhan berkormus, sebab paku mempunyai campuran sifat dan bentuk antara lumut dengan tumbuhan tingkat tinggi. Namun, paku tidak menghasilkan biji, dan alat perkembangbiakannya spora (Tjitrosoepomo, 2004). Pteridophyta mempunyai empat struktur penting, yaitu lapisan pelindung sel yang terdapat disekeliling organ reproduksi, embrio multiseluler yang ada dalam arkegonium, kutikula pada bagian luar serta sistem transport internal yang mengangkut air dan zat makanan dari dalam tanah, seperti halnya pada tumbuhan tingkat tinggi.

Tumbuhan paku dalam dunia tumbuhan termasuk golongan besar atau Divisi Pteridophyta (pteris = bulu burung; phyta = tumbuhan), yang diterjemahkan secara bebas berarti tumbuhan yang berdaun seperti bulu burung (Lubis, 2009). Paku daunnya membentuk sayap dan terdapat bulu pada pucuk yang menggulung seperti pada gambar 2.2. Kebanyakan paku memiliki perawakan yang khas yaitu adanya daun muda yang bergelung yang akan membuka jika dewasa, ciri yang hampir unik ini disebut vernasi bergelung, sebagai akibat lebih lambatnya pertumbuhan permukaan daun sebelah atas daripada sebelah bawah pada perkembangan awalnya (Loveless et al., 1989).



Gambar 2.2 Struktur Morfologi Tumbuhan Paku
Sumber: (Tjitrosoepomo 2004)

Tumbuhan paku dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu organ vegetatif (*organum nutritivum*) terdiri dari akar, batang, dan daun. Sedangkan organ generatif (*organum reproductivum*) terdiri atas spora, sporangium, anteridium, serta arkegonium.

Organ tumbuhan paku terdiri atas dua bagian, yaitu sebagai berikut:

1. Organ vegetatif (*organum nutritivum*)

1) Akar

Akar (*Radix*) adalah bagian sumbu tanaman yang biasanya tumbuh di bawah permukaan tanah dengan arah tumbuh menuju ke pusat bumi atau ke air, serta meninggalkan cahaya. Akar berfungsi untuk menunjang bagian atas tumbuhan, menyerap air dan menyalurkan zat makanan. Menurut Hasanuddin dalam Abarca (2021), sistem perakaran pada tumbuhan paku bersifat rizoid (pada generasi gametofit), akar serabut (pada generasi sporofit) dan struktur anatomi akar pada tumbuhan paku yaitu: (1) Bagian ujung dilindungi oleh kaliptra, (2) Di belakang kaliptra terdapat titik tumbuh akar berbentuk bidang empat yang aktivitasnya keluar membentuk kaliptra sedangkan kedalam membentuk sel-sel akar, (3) Pada silinder pusat terdapat fasisi (berkas pembuluh angkut) bertipe konsentris (xylem dikelilingi floem).

2) Batang

Batang tumbuhan paku, yang termodifikasi memiliki struktur halus tetapi ada juga yang mempunyai sisik dan rambut. Batang tumbuhan paku pada umumnya berupa rhizoma (gambar 2.3), ada juga yang berupa batang sesungguhnya. Tumbuhan paku memiliki beberapa tipe batang antara lain: Batang yang merayap tetapi tidak terlalu tinggi dan terdapat beberapa daun yang tersebar di sepanjang batang seperti pada paku kecil (*Coystopteris*), batang yang dapat merayap dengan daun yang tersebar di sepanjang batang, seperti pada paku sejati (*Pteridium*) (Waemayi, 2018). Batang berfungsi sebagai sistem transportasi mineral dan zat hara ke daun.



Gambar 2.3 Batang Rhizome

Sumber: (Cobb, Farnsworth, and Lowe 2005)

Menurut Lubis (2009), bila dibuat sayatan melintang, maka akan tampak jaringan batang urut dari luar ke dalam adalah sebagai berikut: (1) Epidermis atau kulit luar. Umumnya keras karena mempunyai jaringan penguat yang terdiri atas sel-sel batu atau sklerenkim. (2) Korteks atau kulit pertama. Bagian ini banyak mengandung ruang-ruang sel yang berbentuk lubang-lubang besar. (3) Stele atau silinder pusat. Terdiri atas jaringan parenkim dan mengandung berkas pembuluh pengangkut, yaitu xylem dan floem dan bertipe kosentris.

3) Daun

Daun selalu menggulung atau melingkar di usia muda serta memiliki macam-macam daun yang berbentuk bangun lanset, pangkal daun membulat, tepian daun bergerigi, ujung daun runcing, dan permukaan daun licin. Bentuk ukuran dan susunan daun tumbuhan paku-pakuan dibedakan antara epidermis, daging daun, dan tulang daun. Daun paku tumbuh dari percabangan tulang daun disebut *frond*, dan keseluruhan daun dalam satu tangkai daun disebut *pinna* (Waemayi, 2018). Pada permukaan bagian bawah daun fertile terdapat kumpulan sporangia disebut sorus. Pada gambar 2.4 dapat dilihat letak dan bentuk sorus pada permukaan daun tumbuhan paku yang terdapat kumpulan sporangia didalamnya sebagai tempat spora. Sporangia yang tergabung dalam struktur sorus.



Gambar 2.4 Letak dan bentuk sorus pada daun

(a)letak sorus pada tepi daun; (b)letak sorus dekat tulang daun; (c)letak sorus pada tepi ujung daun; (d)letak sorus di selilingi daun; (e)letak sorus dekat tulang daun dan warna spora kuning; (f)letak sorus dekat tulang daun dan warna spora merah

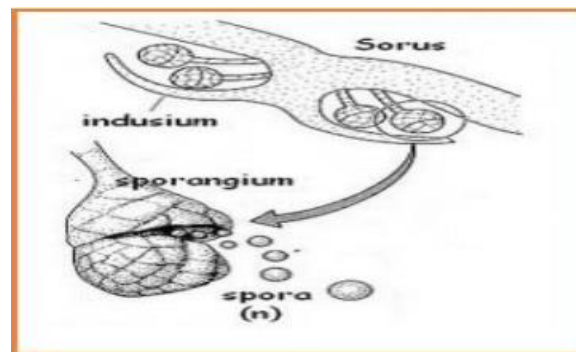
Sumber : Yulianor (2019)

Pada tumbuhan paku, terdapat dua jenis daun berdasarkan ada atau tidak adanya spora yang dihasilkannya, yaitu: (1) Sporofil: daun yang menghasilkan spora dan (2) Tropofil: daun yang tidak menghasilkan spora. Pada sporofil, dibentuk suatu badan yang menghasilkan spora disebut sporangium (kotak spora). Bentuk sporangium pada berbagai tumbuhan paku ini berbeda-beda, ada yang disebut dengan Sorus, Strobilus, dan Sporocarpium (Campbell et al., 2012; Tjitrosoepomo, 2003). Sedangkan menurut Smith (1979) dalam Lubis (2009), berdasarkan bentuk dan sifat daunnya, tumbuhan paku dapat dibedakan atas dua golongan, yaitu: (1) Megaphyllus, yaitu paku yang mempunyai daun besar sehingga mudah dibedakan atas batang dan daun, misalnya *Asplenium*. (2) Macrophyllus, yaitu paku mempunyai daun kecil dan umumnya berupa sisik sehingga sulit dibedakan bagian-bagiannya, misalnya pada *Lycopodium*.

2. Organ Generatif (Organum Reproductivum)

Organ generatif tumbuhan paku terdiri dari spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium. Tumbuhan paku (Pteridophyta) berkembangbiak dengan spora. Spora terletak di dalam sporangium yang berkumpul membentuk sorus. Sorus terletak di bawah permukaan daun yang tampak sebagai bintik-bintik, menggerombol maupun tersebar. Sorus yang masih muda berwarna kekuning-

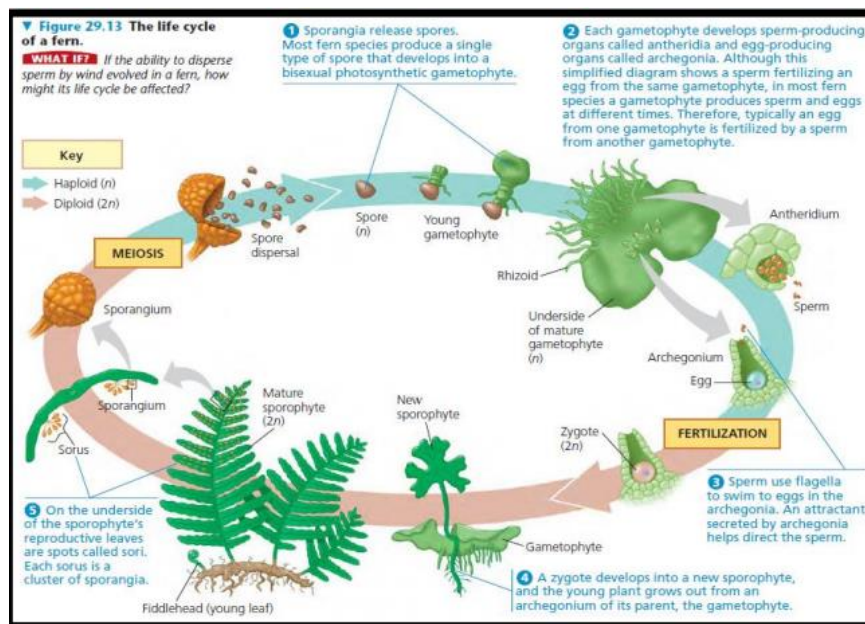
kuningan dan dilindungi oleh selaput tipis yang disebut indusium. Sorus yang sudah matang akan tampak berwarna kehitaman. Pada sporangium sel penutup ber dinding tebal dan menyerupai cincin disebut annulus. Bagian dalam sorus terdapat kumpulan sporangium yang didalamnya berisi ribuan spora (Waemayi, 2018).



Gambar 2.5 Struktur Sori
Sumber : Sue dan Richie (2015)

Daun pada tumbuhan paku mengandung sporangia yang berkembang dalam bentuk kelompok yang disebut sori, struktur sori terlihat pada gambar 2.5. Sporangium yang pecah akan menghasilkan spora. Dengan spora inilah tumbuhan paku berkembangbiak (Cranbrook dan Edwards, 1994). Alat reproduksi jantan pada tumbuhan paku disebut anteridium, sedangkan betina disebut arkegonium. Setelah pembuahan, sel telur tumbuh menjadi tumbuhan paku-pakuan, pertumbuhannya akan berlangsung sampai saat pematangan untuk membentuk spora lagi (Tjitrosoepomo, 1983).

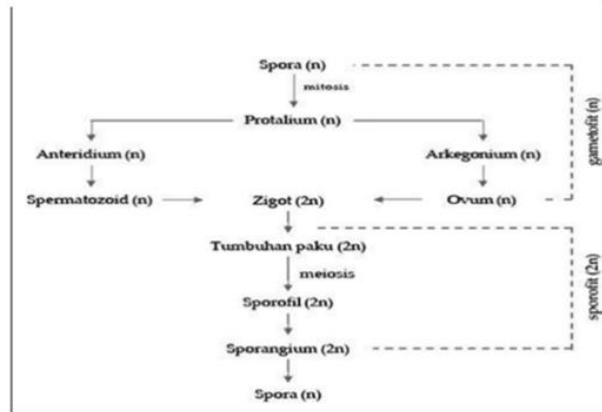
Pada gambar 2.6 siklus hidup tumbuhan paku (pteridophyta) terdapat daur kehidupan yang menunjukkan adanya dua keturunan yang bergiliran. Gametofit pada tumbuhan paku disebut protalium, dan hanya hidup beberapa minggu saja. Protalium umumnya berbentuk jantung, berwarna hijau, dan melekat pada substratnya dengan rizoid. Pembuahan pada paku hanya dapat berlangsung jika terdapat air. Setelah proses pembuahan terjadi, zigot tumbuh menjadi keturunan yang diploid. Pertumbuhan zigot yang terus-menerus akan berkembang menjadi sporofit. Pada tumbuhan paku, generasi sporofit ini berbeda dengan sporofit pada lumut. Pada tumbuhan paku, generasi sporofit akan tumbuh lebih lama dibandingkan dengan generasi gametofitnya (Tjitrosoepomo, 2003).



Gambar 2.6 Siklus hidup tumbuhan paku
 Sumber : (Campbell et al., 2012)

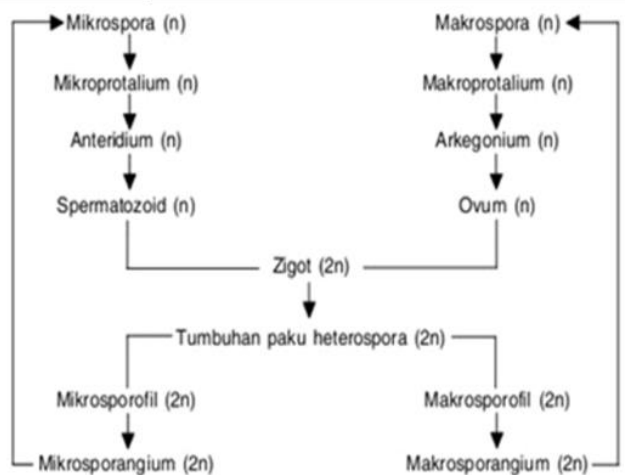
Berdasarkan spora yang dihasilkannya, tumbuhan paku dibedakan menjadi:

- 1) Paku Homosporus: Tanaman paku yang tergolong ke dalam homosporus memiliki satu jenis sporangium yang menghasilkan satu jenis spora, yang biasanya berkembang menjadi gametofit biseksual, seperti kebanyakan pakis (gambar 2.7). Spora yang dihasilkannya sama dalam ukuran dan jenisnya. Selain itu, masing-masing protalium menghasilkan antheridium dan arkegonium (Campbell et al., 2012).
- 2) Paku Heterosporus: Tanaman paku yang tergolong ke dalam heterosporus memiliki dua jenis sporangium dan menghasilkan dua jenis spora, yaitu megasporangium pada megasporofil menghasilkan megaspore, yang berkembang menjadi gametofit betina (arkegonium) dan mikrosporangium pada mikrosporofil menghasilkan mikrospora, yang berkembang menjadi gametofit jantan (antheridium) (Campbell et al., 2012). (gambar 2.8)
- 3) Paku Peralihan: Tumbuhan paku peralihan menghasilkan dua macam spora yang sama bentuk dan ukurannya tetapi memiliki jenis kelamin yang berbeda (Sianturi et al., 2020). Protaliumnya hanya menghasilkan antheridium saja atau arkegonium saja (gambar 2.9).

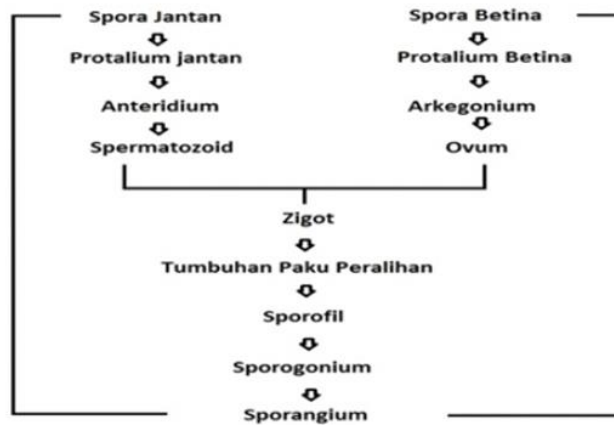


Keterangan garis:
 ----- : Menunjuk fase gametofit atau sporofit
 -----> : Menunjuk tahapan daur hidup tumbuhan paku

Gambar 2.7 Siklus Hidup Paku Homospora



Gambar 2.8 Siklus Hidup Paku Heterospora



Gambar 2.9 Siklus Hidup Paku Peralihan
 Sumber: Sianturi et al. (2020)

2.1.4 Klasifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Jawa Barat merupakan daerah beriklim tropis, dengan curah hujan rata-rata berkisar 2000 mm per tahun, terletak di pulau Jawa yang termasuk salah satu penyumbang kekayaan flora di Indonesia. Data yang telah diperoleh LIPI 2017 menunjukkan keanekaragaman tumbuhan dan jamur Indonesia diketahui sebanyak 31.750 jenis yang terdiri atas 2.273 jenis jamur, 2.722 jenis lumut, 512 jenis lumut kerak, 1611 jenis pteridofit dan 24.632 jenis spermatofit. Kingdom plantae dikelompokkan menjadi tumbuhan tidak berpembuluh (Atracheophyta) yaitu kelompok lumut dan tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta) yaitu kelompok tumbuhan paku-pakuan serta tumbuhan berbiji). Berdasarkan klasifikasi terbaru dari ITIS (2023) tumbuhan paku digolongkan ke dalam Divisi Tracheophyta (gambar 2.10).

| Taxonomic Hierarchy | |
|-------------------------|---|
| Kingdom | Plantae – plantes, Planta, Vegetal, plants |
| Subkingdom | Viridiplantae – green plants |
| Infrakingdom | Streptophyta – land plants |
| Superdivision | Embryophyta |
| Division | Tracheophyta – vascular plants, tracheophytes |
| Direct Children: | |
| Subdivision | Lycopodiophytina |
| Subdivision | Polypodiophytina |
| Subdivision | Spermatophytina – spermatophytes, seed plants, phanérogames |

Gambar 2.10 Klasifikasi Divisi Tracheophyta
Sumber: ITIS (2023)

Divisi Tracheophyta merupakan tumbuhan berpembuluh dengan 3 *Subdivision* yaitu Lycopodiophytina, Polypodiophytina, dan Spermatophytina. Tumbuhan paku termasuk ke dalam 2 *Subdivision* Lycopodiophytina dan Polypodiophytina. Untuk *Subdivision* Lycopodiophytina memiliki *Class* Lycopodiopsida dibawahnya terdapat *subclass* Lycopodiidae dengan 3 Ordo yaitu Isoetales, Lycopodiales, dan Selaginellales. Ordo Isoetales di bawahnya terdapat famili Isoetaceae, Ordo Lycopodiales di bawahnya terdapat famili Lycopodiaceae dan Ordo Selaginellales di bawahnya terdapat famili Selaginellaceae.

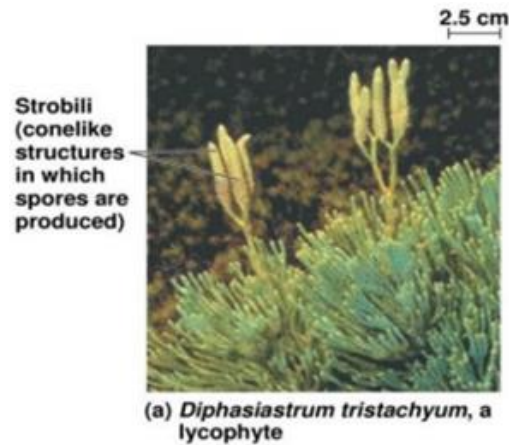
Untuk *Subdivision* Polypodiophytina memiliki *Class* Polypodiopsida dengan 4 *Subclass* yaitu Equisetidae, Marattiidae, Ophioglossidae, dan

Polypodiidae. *Subclass* Equisetidae terdapat Ordo Equisetales di bawahnya terdapat famili Equisetaceae. *Subclass* Marattidae terdapat Ordo Marattiales di bawahnya terdapat famili Marattiaceae. *Subclass* Ophioglossidae terdapat 2 Ordo yaitu Ordo Ophioglossales di bawahnya terdapat famili Ophioglossaceae dan Ordo Psilotales di bawahnya terdapat famili Psilotaceae. *Subclass* Polypodiidae terdapat 7 Ordo yaitu Cyatheales, Gleicheniales, Hymenophyllales, Osmundales, Polypodiales, Salviniiales, dan Schizaeales. Ordo Cyatheales di bawahnya terdapat 8 Famili. Ordo Gleicheniales di bawahnya terdapat 3 Famili yaitu Dipteridaceae, Gleicheniaceae, dan Motoniaceae. Ordo Hymenophyllales di bawahnya terdapat famili Hymenophyllales. Ordo Osmundales di bawahnya terdapat famili Osmundaceae. Ordo Polypodiales di bawahnya terdapat 17 Famili. Ordo Salviniiales di bawahnya terdapat 3 Famili yaitu Azollaceae, Marsileaceae, dan Salviniaceae. Ordo Schizaeales di bawahnya terdapat 3 Famili yaitu Anemiaceae, Lygodiaceae, dan Schizaeaceae.

Pada penelitian ini, peneliti hanya fokus pada tumbuhan paku subdivisi Lycopodiophytina dan Polypodiophytina yang dapat di temukan di lokasi penelitian Kawasan Gunung Karacak Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya.

2.1.4.1 Subdivisi Lycopodiophytina

Subdivisi Lycopodiophytina (Paku Rambut atau Paku Kawat) merupakan tumbuhan paku yang daunnya berbentuk seperti rambut atau sisik dan batangnya seperti kawat. Sporangiumnya tersusun dalam strobilus yang berada di ujung cabang, seperti pada gambar 2.11 spesies *Diphasiastrum tristachyum* dan *Selaginella willdenowii* pada gambar 2.12. Paku kelompok ini batang dan akarnya bercabang-cabang, menggarpu, daun kecil-kecil (mikrofil), tidak bertangkai, biasanya bertulang satu (Mentari, 2021).



Gambar 2.11 Struktur *Diphasiastrum tristachyum*
 Sumber : Campbell, Neil A dan Jane B. Reece (2012:180)



Gambar 2.12 *Selaginella willdenowii*
 Sumber: Dokumentasi Penulis (2022)

Subdivisi Lycopodiophytina memiliki satu kelas yaitu Lycopodiopsida dengan subkelasnya Lycopodiidae. Kelas Lycopodiopsida (Paku Kawat) memiliki ciri berupa tumbuhan yang menjalar di atas tanah, serta batang dan akarnya memiliki percabangan yang berbentuk menggarpu. Memiliki daun mikrofil, tidak bertangkai dan daun tersusun melingkar atau berhadapan. Subkelas Lycopodiopsida terdiri dari tiga ordo, yaitu:

1. Ordo Isoetales, memiliki ciri akar parenial yang menghasilkan meristem, dan daun mikrofil dengan bentuk seperti pita. Salah satu contoh spesies ordo isoetales yang dimiliki adalah *Isoetes coromandeliana*.
2. Ordo Lycopodiales, yang termasuk ke dalam ordo ini merupakan tumbuhan paku homospora. Tumbuhan paku ini memiliki ciri daun-daun seperti sisik, batang

mempunyai berkas pengangkut yang masih sederhana, memiliki akar sejati yang tumbuh secara adventif, dan akar bercabang menggarpu. Contoh tumbuhan paku dari ordo Lycopodiales adalah *Lycopodium mularifolium* (Sugiarti, 2017).

3. Ordo Selaginellales, yang termasuk ke dalam ordo ini merupakan tumbuhan paku heterospora yang memiliki daun tersusun spiral. Memiliki batang dengan cabang menggarpu serta sebagian batang dengan posisi berbaring dan berdiri tegak. Pada bagian atas daun terdapat lidah-lidah atau ligula. Contohnya adalah *Selaginella caudate* dan *Selaginella plana* (Komaria, 2015).

2.1.4.2 Subdivisi Polipodiophytina

Subdivisi Polipodiophytina merupakan tumbuhan paku yang paling banyak anggotanya. Subdivisi Polipodiophytina memiliki satu kelas yaitu Polypodiopsida. Kelas Polypodiopsida merupakan kelompok tumbuhan paku yang mencakup seluruh anggota dengan sporangium yang tumbuh dari satu sel epidermis induk, atau dikenal sebagai Leptosporangiateae (Smith et al. 2006). Kelas Polypodiopsida terdiri dari empat subkelas dan beberapa ordo, yaitu sebagai berikut:

1. Subkelas Equisetidae

Subkelas Equisetidae (Paku Ekor Kuda) memiliki ciri pada ujung batang ditemukan badan bulat, penghasil spora disebut elatern. Paku ekor kuda memiliki strobilus bertangkai mirip ekor kuda dan daun kecil-kecil seperti selaput yang tersusun melingkari buku (gambar 2.13). Tumbuhan paku jenis ini hanya memiliki satu ordo yaitu Equisetales.



Gambar 2.13 (a) *Equisetum arvense*; (b) *Equisetum sp.*
Sumber : Yulianor (2019)

Ordo Equisetales telah memiliki akar, batang, daun, serta tumbuhnya tegak ditanah. Batang berbuku dan beruas (nodus dan internodus), serta mempunyai rongga (Yulianor 2019). Beberapa contoh jenis paku ekor kuda yang masih hidup ditemukan di Indonesia, antara lain *Equisetum aeniie*, *E. ramosissimum* dan di Eropa *E. arvense*, *E. pratense* (Sianturi et al., 2020).

2. Subkelas Marattiidae

Subkelas Marattiidae merupakan keluarga pakis purba yang masih hidup. Dalam klasifikasi Pteridophyta Phylogeny Group tahun 2016 (PPG I), Marattiales adalah satu-satunya ordo dalam subkelas Marattiidae (Smith et al. 2006). Dalam penampilannya banyak yang berbeda dibandingkan pakis lain, memiliki daun besar dan batang bawah berdaging. Memiliki pelepah yang 2-5 kali menyirip, synangia tangkai yang khas, dan tenda pada segmen bilah distal. Terdapat sekitar 110 spesies, salah satu contoh spesiesnya yaitu *Ptisana attenuata* (gambar 2.14).



Gambar 2.14 *Ptisana attenuata*
Sumber: Dokumentasi Penulis (2022).

3. Subkelas Ophioglossidae

Subkelas Ophioglossidae dikenal sebagai pakis eusporangiate, terdapat perbedaan dalam beberapa hal dengan pakis lain. Subkelas ini biasanya terestrial dan terdapat di daerah beriklim sedang atau tropis. Kebanyakan Ophioglossidae yang memiliki satu daun berdaging pada satu waktu. Gametofit berada di bawah tanah dan bergantung pada jamur untuk energi (Raven et al., 2005). Subkelas Ophioglossidae memiliki dua ordo yaitu ordo Ophioglossales dan ordo Psilotales.

Ordo Ophioglossales, dalam mendapatkan makanannya dari mikroriza yang selalu ada di dalam akar-akarnya. Tanaman ini biasanya mempunyai batang dalam tanah yang pendek, pada bagian bawah masih mempunyai protostele, tetapi ke atas

mengadakan diferensiasi dalam berkas pengangkutnya (Novianti, 2014). Protalium selalu mempunyai cendawan endofitik. Sporangium berdinding tebal, terdiri atas beberapa lapis sel, spora sama besar. Contoh spesiesnya yaitu *Ophioglossum vulgatum* dikenal sebagai penambah lidah, tersebar di iklim tropis Afrika, Eropa, timur laut Amerika Utara, Asia beriklim sedang dan Eurasia (Wiersema, 1994) (gambar 2.15).



Gambar 2.15 *Ophioglossum vulgatum*
Sumber : (Stace, 2010)

Ordo Psilotales ada marganya yang sekarang masih hidup ialah marga psilotum, yang berupa terpa kecil rendah. Salah satu spesies yang masih hidup yaitu *Psilotum nudum* yang termasuk dalam tumbuhan terancam punah (*critically endangered*) (gambar 2.16). *Psilotum nudum* yang masih terdapat di pulau Jawa, *Psilotum triquetrum* hanya terdapat di daerah tropika, dan *Tmesipteris tannensis* di Australia (Sianturi et.al., 2020).



Gambar 2.16 Koleksi *Psilotum nudum* (L)P.Beauv. di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi (*b*;bracts,*sc*;scaly leaves,*sy*;synangium)
Sumber: Renjana dan Firdiana, 2020

Psilotum nudum memiliki kantong spora (*synangium*) berbentuk seperti tiga bulatan yang menyatu dan menempel pada bagian yang menonjol pada batang (*bracts*). Ketika belum matang *synangium* berwarna hijau dan warnanya akan berubah menjadi kuning cerah seiring matangnya spora didalamnya. Daun berwarna hijau dengan bentuk seperti sisik (*scaly leaves*), berukuran kecil (mikrofil), dan runcing (Renjana dan Firdiana, 2020).

4. Subkelas Polypodiidae

Subkelas Polypodiidae merupakan bangsa paku sejati yang terbesar. Anggotanya kebanyakan epifit, rimpang yang menjalar di tanah atau batang pohon, berdaun lebar dan bentuknya beranekaragam. Banyak anggotanya yang merupakan tanaman hias taman seperti paku tanduk rusa (*Platynerium bifurcatum*) (gambar 2.17) dan menjadi bahan bangunan seperti *Cyathea* sp (gambar 2.18). Subkelas ini memiliki tujuh ordo, yaitu Chyatheales, Gleicheniales, Hymenophyllales, Osmundales, Polypodiales, Salviniiales, dan Schizeales.

- 1) Ordo Cyatheales, jenis paku pohon dengan duduk daun roset, berjejal membulat seperti piala tampaknya. Sorus terletak pada bagian bawah daun, di bagian urat daunnya; selaput penutup (indusium) kecil (Sianturi et al., 2020). Contoh spesiesnya pada gambar 2.17 *Cyathea* sp yang memiliki sporangium berwarna kecoklatan sedikit berbulu coklat dan tingginya mencapai hingga 5 m.
- 2) Ordo Gleicheniales, memiliki rimpang menjalar panjang, daun panang, dan membentuk semak belukar. Anggotanya yang cukup terkenal adalah spesies *Dicranopteris linearis* yang biasanya tumbuh dengan percabangan mendua dan menutupu tebing-tebing ngarai sehingga kadang menjadi gulma.
- 3) Ordo Hymenophyllales, muncul dalam bentuk rumpun hijau sangat gelap atau bahkan hitam, rimpang biasanya tipis, lurus dan daunnya beranekaragam, sisik umumnya tidak ada, sorus ditanggung pada pinggiran daun (Sianturi et al., 2020). Contoh spesiesnya *Hymenophyllum* sp yang memiliki rimpang kaku seperti kawat, panjang tangkai 3 – 6 cm, entalnya tersusun menyirip ganda tiga membentuk segitiga memanjang, berwarna hijau gelap, dan kantong sporanya terletak di ujung anak daun.

- 4) Ordo Osmundales, mengandung empat hingga enam genera yang masih ada dan 18-25 yang diketahui. Sering dikenal sebagai pakis berbunga karena aspek mencolok dari sporangia matang di *Claytosmunda*, *Osmunda*, *Osmundastrum* dan *Plensium* (Bomfleur, Grimm, dan McLoughlin., 2017). Ciri dari ordo ini adalah (1) batangnya mengandung jaringan pembuluh, (2) Stipula dapat dilihat di pangkal daun, (3) Pangkal daun yang mengeras bersifat persisten, (4) Daunnya holodimorfik dengan daun subur dan steril yang terpisah, (5) Sporangia berukuran besar, sporanya berwarna hijau, hampir bulat dan berbentuk segitiga (Smith et al., 2006; Moran, 2004). Contoh spesiesnya yaitu *Osmunda regalis*.
- 5) Ordo Polypodiales, Ciri-ciri dari ordo ini adalah (1) Tidak ada batang yang sesungguhnya di atas tanah, tetapi adanya akar rimpang yang kerap kali bersisik, (2) Daun mudanya menggulung secara spiral, daun monomorfik hingga dimorfik, circinate (*crozier*) pada bonggol; stipe umumnya articulate pada pangkal, gundul atau bersisik, (3) Sporangia umumnya menggulung bertangkai panjang, terkumpul dalam sorus yang terletak di bawah sisi daun, dan sorus umumnya memiliki indusium, (4) Susunan sorus tergantung dari genusnya, (5) Tumbuh teresterial, epilitik, epifit, tegak, melengkung, atau terkadang menggantung; rimpang menjalar pendek atau panjang, terdapat sisik, sedikit hingga banyak akar (Sianturi et al., 2020). Contoh spesiesnya yaitu *Drynaris sparsisora*.
- 6) Ordo Salviniales, memiliki ciri paku air kecil yang mengapung pada permukaan air, sporocoropia bisa terletak pada bagian daun yang tenggelam di dalam air, berkelamin tunggal dan biasanya berumah satu. Contoh spesies dari Salviniales adalah *Salvinia mata lele* dan *Salvinia lukut cae* (Komaria, 2015).
- 7) Ordo Schizeales, adalah tumbuhan paku sejati, ordo ini memiliki daun subur dan steril dimorfik dan tidak memiliki sori yang terdefinisi dengan baik. Sporangia memiliki annulus horizontal yang terletak di bawah dan sepenuhnya mengelilingi bagian atas sporangium. Schizeales umumnya adalah paku-pakuan kecil dengan pelepah bercabang dan penampilan yang khas, agak tidak seperti pakis. Anggotanya yang cukup terkenal adalah *Lygodium scandens* atau hata

letik (paku tali), tumbuhan paku yang tumbuhnya melilit dan memanjat tiang atau pagar, sehingga kadang dianggap sebagai gulma (Smith et al., 2006).



Gambar 2.17 *Playticerium bifurcatum* (Paku Tanduk Rusa)
Sumber : (Darnaedi & Clayton, 2020)



Gambar 2.18 *Cyathea* sp.
Sumber: Rizkiani (2019)

2.1.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku-pakuan membutuhkan lingkungan tertentu untuk kelangsungan hidupnya. Pertumbuhan paku sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangannya, maka lingkungan harus menyediakan berbagai keperluan untuk kehidupan tumbuhan tersebut (Kimball, 1999). Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku yaitu sebagai berikut: pH Tanah; Tumbuhan paku dapat tumbuh di atas tanah yang terdapat bahan organik telah

melapuk (humus) atau tanah yang mengandung humus. Menurut Mentari (2021), level optimum pH tanah untuk penggunaan lahan berkisar antara 5-7,5.

1. Tanah dengan pH rendah (*Acid*) dan pH tinggi (*Alkali*) membatasi pertumbuhan tanaman. Tanaman bawah dan sayuran lainnya lebih menyukai tanah dengan pH sekitar 6,5 pada umumnya tanaman budidaya yang dipelajari pertumbuhannya baik atau sehat pada level pH 4,8 atau lebih (Hardiyansah et.al., 2011). Iklim; Tumbuhan paku-pakuan dapat menghadapi segala macam iklim, tetapi tempat yang paling disukai adalah teduh, lembab dan terlindungi dari sinar matahari. Sesuai iklim di Indonesia terutama di Jawa yang wilayahnya lebih banyak ditempati tumbuhan paku-pakuan.
2. Cahaya Matahari; adalah sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup termasuk tanaman. Sebagian besar pakis akan tumbuh dengan baik bila dapat penyinaran 40% - 50% (Chiramongkolgaran, 2009). Tumbuhan berklorofil sangat membutuhkan cahaya matahari dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan zat makanan. Cahaya matahari dapat dicerna ketika air tersedia di dalam tumbuhan agar proses metabolisme dalam tubuh tumbuhan berjalan lancar (Agustina, 2004).
3. Kelembaban; Kelembaban tanah dan udara sangat berpengaruh terhadap tumbuhan paku-pakuan. Kelembaban tanah terdapat dalam bentuk air hujan atau irigasi pada permukaan tanah atau di sekitar perakaran tumbuhan (Sumeru, 1995). Level optimum untuk kelembaban tanah berkisar antara 50-80. Sedangkan kelembaban udara dianggap unsur terpenting dalam penanaman pakis (untuk tanaman hias), karena pada umumnya paku-pakuan menyukai daerah kelembaban yang udaranya 60% - 80% pada siang hari agar daunnya tidak layu (Yulianor, 2019).
4. Suhu; Tumbuhan paku yang hidup pada umumnya dengan suhu optimal berkisar 21°C-27°C. Suhu akan mempengaruhi laju evaporasi dan menyebabkan laju keefektifan air dari organisme tersebut. Suhu juga berperan langsung hampir pada setiap fungsi tumbuhan dengan mengontrol peran kimia dalam tumbuhan tersebut (Menira, 2000).

5. Ketinggian; Tumbuhan paku-pakuan dapat hidup di lingkungan dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Namun banyak dijumpai di dataran tinggi, karena lingkungannya lebih lembab dan basah. Tumbuhan paku mempunyai daya adaptasi yang cukup tinggi, sehingga tidak jarang dijumpai dimana-mana diantaranya di daerah yang lembab, di bawah pohon, di lereng-lereng pegunungan bahkan yang menempel di pohon.

2.1.6 Ekologi dan Distribusi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku merupakan kelompok tumbuhan yang dapat dijumpai hampir diseluruh wilayah Indonesia, mulai dari pinggir pantai hingga pegunungan. Kelimpahan dan persebaran dari tumbuhan paku (pteridophyta) sangat tinggi terutama di daerah tropis serta hutan pegunungan. Daerah yang banyak dijumpai tumbuhan paku adalah yang mempunyai kelembaban optimal, sebab tumbuhan paku akan tumbuh dan berkembang sangat baik ketika tingkat kelembabannya tinggi, sementara daerah dengan tingkat kelembaban rendah tumbuhan paku lamban pada pertumbuhan serta perkembangannya. Menurut Imaniar (2017), berdasarkan cara hidupnya ada jenis-jenis paku yang hidup di atas tanah (terrestrial), ada yang hidupnya menempel pada tumbuhan lain (epifit), dan ada paku air (higrofit).

Tumbuhan paku di hutan memiliki kondisi hidup yang seragam dan lebih terlindungi dari panas. Menurut Lubis (2009), kondisi lingkungan di hutan tertutup ditandai dengan sedikitnya jumlah sinar yang menembus kanopi hingga mencapai permukaan tanah dan kelembaban udaranya sangat tinggi. Tetapi terdapat pula tumbuhan paku yang menyukai sinar matahari “sun-fern” selain ada yang membentuk belukar dan ada juga yang memanjat. Paku yang berbentuk belukar membuat sendiri naungannya dengan cara membuat rimbunan yang terdiri dari daun-daunan (Richards, 1952). Beberapa paku hutan tidak dapat tumbuh di tempat yang dikenai cahaya matahari (Saw dan Chung 2015).

Sastrapradja et al. (1979) menyatakan bahwa umumnya di daerah pegunungan, jumlah jenis paku lebih banyak dari pada di dataran rendah. Hal ini disebabkan oleh tingkat kelembaban serta curah hujan yang lebih tinggi, banyak

aliran air dan terdapat kabut. Keberadaan tumbuhan paku di tempat-tempat yang lembab, di bawah pepohonan, di pinggir jalan maupun sungai, di pegunungan, di lereng-lereng yang terjal hingga dekat kawah gunung berapi (Hidayatullah, 2015).

Pada hutan pegunungan terdapat zona-zona vegetasi, dengan struktur, jenis, dan penampilan yang berbeda. Di gunung yang rendah, semua zona vegetasi lebih sempit, sedangkan di gunung yang tinggi atau di bagian yang tengah suatu jajaran pegunungan, zona ini lebih luas (Mackinnon et al., 2000). Perubahan iklim sangat mempengaruhi vegetasi pada pegunungan dengan ketinggian yang berbeda-beda. Suhu secara teratur sejalan dengan ketinggian yang meningkat (Ewuse, 1990).

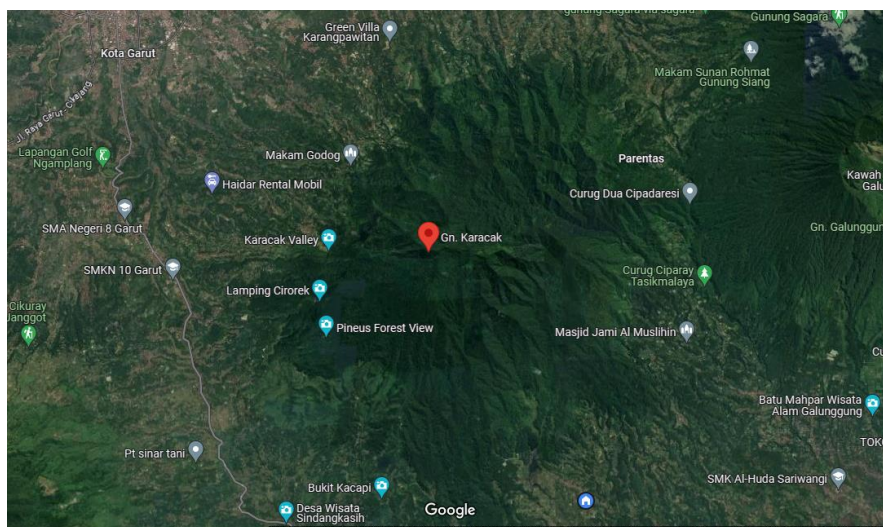
2.1.7 Manfaat Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Tumbuhan paku (pteridophyta) memiliki manfaat dan peranan penting dalam kehidupan manusia, antara lain :

1. Tumbuhan paku merupakan salah satu penyusun vegetasi hutan yang berfungsi untuk menahan limpasan air hujan sehingga dapat mengurangi debit air yang dapat menimbulkan banjir, juga dapat menahan air sehingga berfungsi menjadi sumber air (Jannah et.al., 2015).
2. Tumbuhan paku sebagai tanaman hias, karena memiliki bentuk yang menarik seperti *Adiantum* (suplir) dan *Platyserium sp* (paku tanduk rusa).
3. Tumbuhan paku sebagai bahan sayuran. Menurut Waemayi (2018) bahwa, manfaat tumbuhan paku tersebut utamanya sebagai sayuran dan sumber serat, misalnya *Marsilea crenata* (semanggi) dan *Pteridium aquiline* (paku garuda).
4. Tumbuhan paku sebagai bahan obat seperti *Equisetum* (paku ekor kuda) yang mempunyai fungsi diuretik (melancarkan pengeluaran urine) dan *Selaginella* (obat luka).
5. Tumbuhan paku untuk pertanian. Seperti *Azolla pinnta* yang bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* dapat dijadikan pupuk hijau karena dapat mengikat nitrogen bebas dari udara (Yulianor, 2019). Namun dapat pula menjadi gulma pertanian yaitu *Salvinia natans* (kayambang), pengganggu tanaman padi.

2.1.8 Kondisi Alam Gunung Karacak

Gunung Karacak merupakan kawasan hutan hujan tropis yang menjadi habitat tumbuhnya berbagai flora dan fauna. Gunung Karacak terletak di Provinsi Jawa Barat tepatnya di perbatasan Kabupaten Tasikmalaya dan Kabupaten Garut. Dari arah kota Garut gunung ini terlihat sebagai gugusan perbukitan karena terdapat beberapa puncak seperti Puncak Karacak II, Puncak Gede, Puncak Kukusan, Puncak Putri, Puncak Pasir Rari dan Puncak Kereteg. Bentangan topografi gunung karacak yang berbukit-bukit dengan ketinggian puncak yang bervariasi, memungkinkan terdapatnya flora dan fauna yang melimpah serta beranekaragam. Gunung ini tingginya tercatat 1.838 meter di atas permukaan laut (Suhardiman, 2007). Secara geografis Gunung Karacak berada pada titik koordinat $7^{\circ}16'8.84''$ Lintang Selatan dan $107^{\circ}58'22.3''$ Bujur Timur (Gambar 2.19). Kabupaten Tasikmalaya pada umumnya beriklim tropis, dengan temperatur normal rata-rata $20^{\circ}\text{C} - 34^{\circ}\text{C}$ (Sekadau dan Kayong 2019). Cigalontang kecamatan terbesar di Kabupaten Tasikmalaya memiliki luas wilayah 12.626,19 Ha dan curah hujan rata-rata pertahun 1250 mm. Sehingga dengan iklim tropis dan curah hujan 1250 mm pertahunnya, kondisi alam gunung karacak seperti terlihat pada gambar 2.20, kawasan gunung karacak memiliki flora beranekaragam, hal ini dapat dilihat dari kondisi gunung karacak yang memiliki berbagai potensi pertanian/perkebunan dan wisata alam.



Gambar 2.19 Letak Geografis Gunung Karacak
Sumber: Google Maps (2024)

Potensi pertanian dan perkebunan di wilayah Cigalontang yang berada di kaki gunung karacak sangat melimpah karena memiliki tanah yang subur. Hal ini ditunjukkan dari hasil kopi yang berkualitas dari wilayah ini, sesuai penelitian Sumiati et.al., (2012) bahwa Kopi Arabica Cigalontang ditanam diatas gunung karacak, yang mana ketinggian tanahnya 1000 mdpl dan juga mengandung abu vulkanik. Kecamatan Cigalontang merupakan penyumbang utama di Kabupaten Tasikmalaya dalam sektor perkebunan dan pertanian, keseluruhan hasil produksi dari sektor pertanian di tahun 2019 mencapai 51534 ton. Sedangkan untuk wisata alam di kawasan gunung karacak sangat beragam pula baik wisata camping, wisata perairan maupun wisata lainnya yang lebih banyak terdapat di bagian wilayah Garut, hal ini dikarenakan gunung karacak memiliki kondisi alam yang terbilang cukup baik salah satunya dengan beberapa wilayah gunung karacak yang terbagi menjadi beberapa bagian, salah satunya adanya hutan yang dijadikan wilayah konservasi. Tempat tersebut termasuk salah satu wilayah di gunung karacak yang dilindungi. Hal ini berupaya agar melestarikan hutan serta flora dan fauna yang terdapat disana.

Kawasan gunung ini berada dibawah pengawasan Dinas Kehutanan dan Perusahaan Umum Kehutanan Negara (Perum Perhutani) Kabupaten Tasikmalaya dan Kabupaten Garut. Kawasan hutannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu HTA (Hutan Tanam Alam) dan HTI (Hutan Tanam Industri). Kawasan Gunung Karacak yang berada di Kabupaten Tasikmalaya ini masuk ke dalam wilayah Kecamatan Cigalontang. Kecamatan Cigalontang merupakan pemiliki kawasan gunung karacak, kawasan ini termasuk salah satu ekosistem yang mempunyai peran penting bagi kehidupan makhluk hidup, baik sebagai sumber zat hara, sebagai habitat bagi sejumlah spesies, sebagai tempat berlindung, tempat mencari makan maupun sebagai tempat untuk berkembangbiak. Namun, kawasan area hutannya semakin menyusut di karenakan pembukaan lahan pertanian.



Gambar 2.20 Kondisi Alam Gunung Karacak
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.1.9 Sumber Belajar Biologi

Sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat menunjang dalam proses pembelajaran, sesuai pernyataan Dale dalam Susilo (2018) bahwa sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk memfasilitas belajar seseorang. Dalam Supriadi (2017) menjelaskan bahwa sumber belajar adalah segala sumber pendukung dalam kegiatan pembelajaran, termasuk system pendukung dan materi serta lingkungan pembelajaran. Menurut Mulyana dalam Susilo (2018), bahwa sumber belajar dapat memberikan kemudahan belajar, sehingga dapat memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman dan keterampilan yang diperlukan untuk dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sehingga dengan adanya sumber belajar dalam proses pembelajaran diharapkan dapat membantu seseorang meningkatkan kegiatan belajar dan memahami konten materi dalam pembelajaran.

Abdullah (2012) menyatakan bahwa sumber-sumber belajar itu dapat diidentifikasi sebagai pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan latar. Sebagai upaya untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka sumber belajar perlu dikembangkan serta dikelola secara sistematis, fungsional, dan bermutu. Menurut Imaniar (2017) Pemanfaatan berbagai sumber belajar di lembaga pendidikan memang selalu dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu faktor internal yang berpengaruh dominan dalam proses belajar dan pembelajaran seperti kesadaran, semangat, sikap, minat, metakognisi, kemampuan, keterampilan dan kenyamanan diri bagi penggunaannya. Sedangkan faktor eksternal yaitu yang berpengaruh terhadap ketersediaan sumber

belajar yang bervariasi, proses pembelajaran, fasilitas, sumber daya manusia, serta sistem yang sedang berlaku di lembaga pendidikan tersebut. Maka sumber belajar yang berupa data, orang atau wujud tertentu diharapkan dapat merangsang pikiran, perasaan serta perhatian untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan seseorang.

Pengembangan dari sumber belajar sudah banyak dilakukan serta dikelola dengan baik. Pembelajaran biologi biasanya dilakukan menggunakan buku lembar kerja peserta didik sebagai sumber utama pembelajaran yang dilakukan di kelas. Padahal Ahmad (2020) menyatakan bahwa seorang pendidik hendaklah menggunakan berbagai sumber dalam pembelajarannya dengan tujuan peserta didik tidak merasa jenuh saat belajar karena hanya terpaku pada satu sumber saja. Sehingga pendidik dituntut mampu mengaplikasikan berbagai sumber belajar dalam proses pembelajarannya agar dapat meningkatkan hasil belajar.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Puspita (2019), keanekaragaman tanaman paku di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango ditemukan satu famili dan sepuluh jenis yang telah diidentifikasi dan dideskripsi, yaitu *Elaphoglossum* sp., *Thelypteridaceae*, *Nephrolepis* sp., *Cyclosorus* sp., 2 jenis *Diplazium* sp., *Diplazium proliferum*, *Cyathae* sp., *Stenochlaena* sp., *Hymenophyllum* sp., *Athyrium* sp. Kemudian hasil akhir dari penelitian tersebut bertujuan untuk mengumpulkan data mengenai berbagai jenis tumbuhan paku yang terdapat di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango untuk mengetahui keanekaragaman jenis tumbuhan paku di kawasan konservasinya.

Kemudian beberapa penelitian lain yang membuktikan bahwa terdapat keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta), sebagai contoh di Kawasan Hutan Gunung Bunder Taman Nasional Gunung Halimun Salak (Tnghs) Bogor, Jawa Barat terdapat sebanyak 20 spesies tumbuhan paku epifit dan 8 spesies pohon inang telah ditemukan (Putri, 2016), di Kawasan Cagar Alam Gunung Burangrang Kabupaten Subang, Jawa Barat terdapat 13 suku 15 jenis tumbuhan paku teresterial dan epifit (Vilby, 2021), di Kawasan Hutan Raya Ir. H. Djuanda Dago Pakar

Bandung, Jawa Barat terdapat 15 spesies tumbuhan paku (Devy, 2016), di Curug Karacak Bogor, Jawa Barat terdapat 30 jenis pteridophyta digolongkan kedalam 19 marga dan 15 famili (Jamsuri, 2007), di Sekitar Curug Lontar Desa Karyasari Kecamatan Lewiliang Kabupaten Bogor, Jawa Barat terdapat 18 jenis tumbuhan paku (Nurchayani, 2021).

2.3 Kerangka Konseptual

Tumbuhan paku (Pteridophyta) merupakan kelompok tumbuhan yang hampir dapat dijumpai pada setiap wilayah di Indonesia. Tumbuhan paku dikelompokkan dalam satu divisi pteridophyta yang jenis-jenisnya telah jelas mempunyai kormus atau dapat dibedakan tiga bagian pokoknya yaitu akar, batang dan daun. Tumbuhan paku memiliki daun yang lunak membentuk susunan bangun sayap serta terdapat spora, pada pucuk yang menggulung dan akarnya terdapat bulu. Pada umumnya masyarakat hanya mengenal tumbuhan paku yang biasa mereka gunakan sebagai bahan pangan dan tamanan hias, sebagian hanya dianggap sebagai tumbuhan liar. Padahal tumbuhan paku (pteridophyta) memiliki fungsi ekologis yang cukup penting dalam ekosistem hutan, seperti sebagai vegetasi penutup tanah, pencampuran serasah bagi pembentukan hara tanah dan produsen dalam rantai makanan.

Gunung Karacak merupakan salah satu gunung yang terdapat di Jawa Barat, tepatnya di perbatasan Kabupaten Tasikmalaya dan Kabupaten Garut. Gunung karacak memiliki kondisi alam yang memungkinkan adanya potensi keanekaragaman hayati yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari kondisi gunung karacak yang masih alami, air yang jernih, terdapat air terjun dan sebagai hulu dari beberapa sungai yang bermuara di samudera hindia. Sehingga memungkinkan terdapatnya potensi keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta). Akan tetapi setelah melakukan pencarian sumber dan literatur yang dilakukan peneliti, belum ditemukannya inventarisasi mengenai keragaman jenis Pteridophyta yang terdapat pada berbagai ketinggian di kawasan gunung karacak. Kemudian tidak terdapat dokumentasi secara tertulis mengenai indeks keragaman, keanekaragaman, keseragaman, kelimpahan pteridophyta di gunung karacak.

Tumbuhan paku (pteridophyta) memiliki potensi keanekaragaman yang tinggi di wilayah geografis Indonesia. Namun keanekaragaman yang dimiliki diikuti dengan tingkat keterancaman lingkungan terutama terjadinya kepunahan jenis dan kerusakan habitat yang semakin tinggi. Sehingga untuk menyelesaikan masalah tersebut diperlukan perhatian yang serius dengan upaya pendataan jenis. Keanekaragaman sangat penting untuk diketahui karena keanekaragaman hayati akan memberikan gambaran tentang kondisi suatu ekosistem. Di sisi lain, mengetahui keanekaragaman hayati merupakan salah satu dasar upaya konservasi untuk mencegah terjadinya kepunahan. Tumbuhan paku memiliki beberapa nilai guna salah satunya dalam fungsi ekologis yang secara umum tumbuhan paku berperan dalam pembentukan tanah dan siklus pelapukan.

Berdasarkan uraian diatas sehingga solusi yang akan dilakukan adalah dengan melakukan inventarisasi mengenai jenis-jenis tumbuhan paku (pteridophyta) yang terdapat pada berbagai ketinggian di kawasan Gunung Karacak Cigalontang Tasikmalaya. Kemudian melakukan dokumentasi secara tertulis mengenai indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks nilai penting (INP) terhadap tumbuhan paku (pteridophyta) di Gunung Karacak. Hasil dari penelitian ini akan digunakan untuk pendidikan sebagai sumber belajar biologi dengan membuatnya dalam bentuk *booklet*.

2.4 Pertanyaan Penelitian

- 1) Bagaimanakah deskripsi morfologi keanekaragaman jenis tumbuhan paku yang ditemukan di kawasan Gunung Karacak ?
- 2) Bagaimanakah deskripsi dari analisis indeks ekologis yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks nilai penting dari tumbuhan paku yang terdapat di Gunung Karacak ?
- 3) Bagaimanakah hasil penelitian tentang keanekaragaman jenis tumbuhan paku di kawasan Gunung Karacak sebagai sumber belajar biologi?