

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Keragaman Jenis

Keragaman atau keragaman hayati mencakup berbagai organisme makhluk hidup, termasuk tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Keragaman biasa disebut juga biodiversitas. Keragaman memiliki berbagai tingkatan yaitu genetika, spesies, serta ekosistem (Abidin *et al.*, 2020).

Keragaman mempunyai dua aspek utama terdiri kekayaan spesies dan pemerataan. Kekayaan jenis mengacu pada jumlah total jenis/spesies yang ada di suatu tempat, sedangkan pemerataan menunjukkan bagaimana kelimpahan (seperti biomasa, jumlah individu, dan lainnya) jenis/spesies tersebut didistribusikan. Keanekaragaman jenis (*spesies diversity*) adalah bagian dari keragaman hayati (*biodiversity*). Keanekaragaman hayati, yang luas adalah keragaman makhluk hidup dalam segala bentuk dan tingkatan organisasi, termasuk struktur, kegunaan, serta mekanisme ekologi di berbagai tingkat. Keberadaan suatu jenis/spesies di suatu tempat dipengaruhi oleh berbagai faktor, tidak hanya vegetasi, seperti suhu, kelembapan udara, pH tanah, yang menghasilkan kondisi lingkungan tertentu (Mokodompit *et al.*, 2022).

B. Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

1. Pengertian Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku atau disebut *Pteridophyta* yang diambil dari bahasa Yunani, yaitu *pteron* yang maknanya sayap atau bulu, serta *phyta* yang maknanya tumbuhan, jadi *pteridophyta* merupakan tumbuhan yang bagian pucuknya terdapat bulu serta daun muda yang melingkar berbentuk gulungan dengan susunan daun menyirip menyerupai sayap burung. Kondisi suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tumbuhan paku. Paku berdaun besar membutuhkan suhu hangat antara 15-20°C, sedangkan paku berdaun kecil lebih membutuhkan suhu yang lebih dingin yaitu 12-18°C (Fauziah *et al.*, 2022).

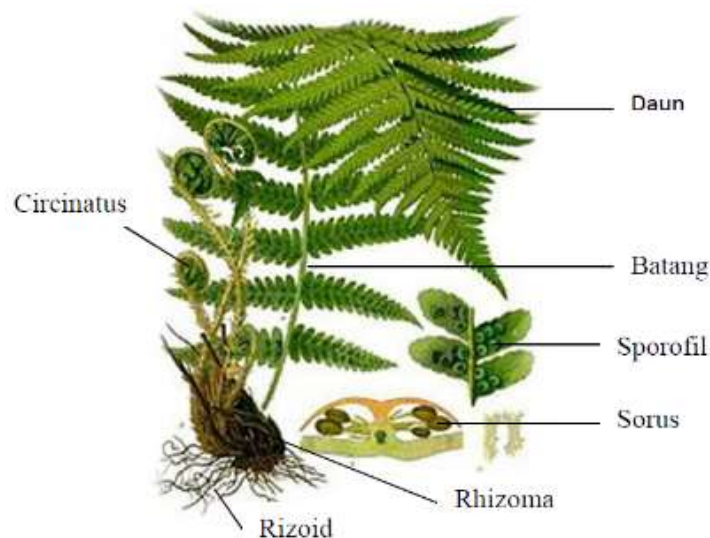
Tumbuhan paku termasuk kedalam tumbuhan purba yang masih dapat ditemukan di daratan, dengan jumlah spesies mencapai 9.000 lebih. Keberadaan tumbuhan paku dapat ditemukan di berbagai penjuru dunia, kecuali di wilayah salju

serta gurun. Habitat idealnya adalah daerah tropika basah yang lembap, kemungkinan tidak tahan dengan terhadap kondisi kering yang tidak terdapat air. Tumbuhan paku adalah tumbuhan yang pembuluhnya sederhana termasuk *Cosmophyta* bersepora dengan sistem pembuluh angkut. Tumbuhan paku tumbuh secara epifit yang menumpang pada pohonlain, hidrofit hidup didaerah berair, serta terestrial yang hidup di atas tanah yang lembap (Wahyuningsih *et al.*, 2019).

Paku adalah tumbuhan yang memiliki kormus yang menunjukkan diferensiasi struktur tubuh diantaranya akar, batang, serta daun. Klasifikasi tumbuhan paku tergolong *cryptogame* karena mempunyai pembuluh yang tidak berbunga serta bereproduksi dengan kormus, yang terdapat pada sporangium (sporangia: manjemuk) dan menempel pada daun fertil (sporofil) (Windari *et al.*, 2021).

Divisi *Pteridophyta* digolongkan menjadi 4 class terdiri dari class *Psilophytinae* (paku purba), *Lycopodinae* (paku kawat), *Equisetinae* (paku ekor kuda), serta *Filicinae* (paku sejati). Dan *Pteridophyta* terbagi menjadi 11 suku diantaranya *Equicetaceae*, *Salviniaceae*, *Marsilaceae*, *Lycopodiaceae*, *Selagillaceae*, *Ophioglossaceae*, *Polypodiaceaea*, *Gleicheniaceaea*, *Schizaeaceae*, *Cyatheaceae*, dan *Ceratopteridaceae* (Utami & Supriati, 2023).

2. Morfologi Tumbuhan Paku



2.1 Struktur Tumbuhan Paku

(Sumber: <https://homecare24.id/struktur-tumbuhan-paku/>, 2023)

Bagian tubuh *Pteridophyta* mempunyai dua bagian utama yaitu organ vegetatif berfungsi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan terdiri dari akar, batang, rhizoma, serta daun. Selanjutnya yaitu organ generatif berfungsi untuk reproduksi, terbagi dari spora, sporangium, anteridium, serta arkegonium (Majid *et al.*, 2022). *Pteridophyta* juga tergolong kelompok tumbuhan berspora, yaitu tumbuhan yang mempunyai tubuh nyata dan terdiferensiasi jadi tiga bagian utama: daun (folium), batang (caulis), serta akar (radix) (Leki *et al.*, 2022).

a) Akar

Akar merupakan bagian tanaman yang tersembunyi di bawah tanah. Arah tumbuhnya umumnya menuju ke pusat bumi atau sumber air, dan menghindari cahaya. Akar memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan dan ketahanan tumbuhan dengan cara menopang batang dan daun, menyerap air dan mineral, serta mengantarkan nutrisi ke seluruh bagian tumbuhan (Febriyani *et al.*, 2022). Tumbuhan paku memiliki akar yang dapat berbentuk serabut atau rizoma. Pada ujung akarnya terlindungi oleh kaliptra. Akar tersusun atas sel-sel yang membentuk epidermis, korteks, serta silinder pusat. Silinder pusat ini terdiri dari xylem dan floem yang berperan dalam transportasi air dan zat hara (Fa'is & Kurniawan, 2023).

b) Batang

Batang pada tumbuhan paku memiliki ciri percabangan dikotom (menggarpu), dimana setiap cabang akan membelah dua. Cabang baru tidak akan tumbuh dari ketiak daun, melainkan dari hasil percabangan dikotom tersebut. Daun-daun pada batang tumbuhan ini jumlahnya banyak dan mampu terus berkembang dalam jangka waktu yang panjang (Febriyani *et al.*, 2022). Batang pada tumbuhan paku memiliki struktur yang halus, namun sering juga memiliki sisik dan rambut. Tumbuhan paku mempunyai berbagai tipe batang diantaranya, ada yang merayap meskipun tingginya terbatas, dan memiliki beberapa daun yang tersebar disepanjang batang. Batang pada tumbuhan paku berfungsi sebagai alat transportasi mineral dan zat hara untuk mencapai pada daun (Waemayi, 2018).

c) Daun

Daun muda pada tumbuhan paku memiliki ciri khas menggulung, sedangkan untuk daun tua bentuknya bervariasi, dan umumnya berbentuk daun majemuk.

Mengacu pada ukuran, daun tumbuhan paku dikategorikan jadi dua terdiri daun makrofil dan mikrofil. Makrofil berukuran daun besar, memiliki tangkai dan tulang daun, serta sel-selnya telah terdiferensiasi dan bercabang. Sedangkan daun mikrofil berukuran daun yang kecil bersisik, tidak bertangkai dan urat daun, serta sel-selnya belum terdiferensiasi (Fa'is & Kurniawan, 2023).

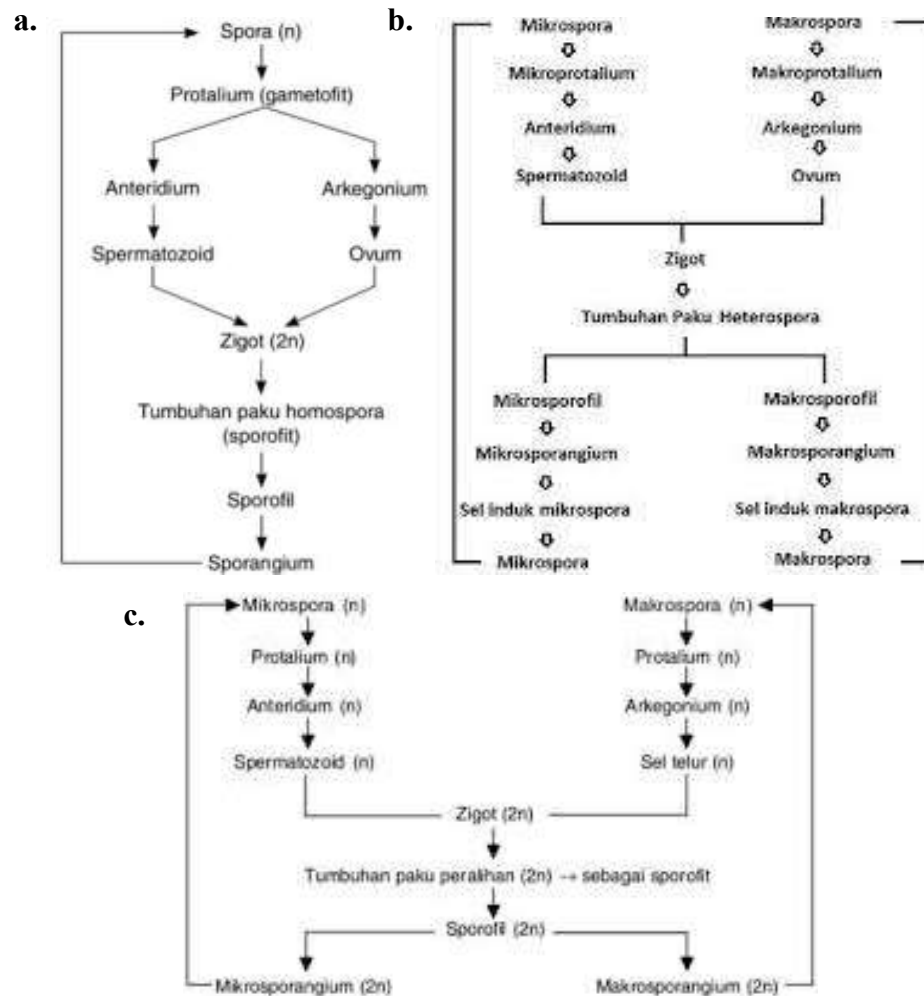
3. Daur Hidup Tumbuhan Paku



Gambar 2. 2 Daur Hidup Tumbuhan Paku

(Sumber: <https://sainpop.com/>, 2021)

Tumbuhan paku mempunyai siklus hidup dua generasi atau disebut gametogenesis, melibatkan dua tahap berbeda, yaitu tahap sporofit dan tahap gametofit. Gametofit tumbuhan paku memiliki struktur beragam, tergantung pada tipenya, yang dikategorikan berdasarkan cara perkembangan protalium. Seringnya, protalium memiliki bentuk hati, warnanya hijau, serta memiliki rizoid untuk menempel pada substrat, protalium juga memiliki anteridium dan arkegonium untuk reproduksi seksual. Pada fase sporofit, zigot yang dihasilkan dari pembuahan gamet jantan dan betina akan berkembang menjadi individu diploid. Mekanisme ini dimungkinkan oleh berkembangnya haustorium, yang membedakan antara sel calon akar, batang, dan daun (Adlini *et al.*, 2021).



Gambar 2. 3 Metagenesis tumbuhan paku, (a) Homospora, (b) Heterospora, (c) Peralihan
(Sumber: (Prasida, 2020))

Tumbuhan paku dikategorikan menjadi tiga berdasarkan jenis spora, yaitu: paku homospora (isospora) merupakan jenis tumbuhan paku memperoleh hanya sejenis spora saja, misalnya paku kawat (*Lycopodium clavatum*). Tumbuhan heterospora yaitu spesies tumbuhan paku memperoleh dua jenis spora, mikrospora (berkembang menjadi gametofit jantan) dan makrospora (berkembang menjadi gametofit betina), misalnya paku rane (*Selaginella wildenowii*), juga semanggi (*Marsilea crenata*). Paku peralihan, jenis tumbuhan paku yang memperoleh spora dengan bentuk dan ukuran yang sama (isospora), akan tetapi mempunyai fungsi yang berbeda (heterospora). Spora ini dapat berkembang menjadi gametofit jantan dan betina, misalnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*) (Prasida, 2020).

Tumbuhan paku memiliki kemampuan bereproduksi secara seksual (generatif) dan aseksual (vegetatif). Reproduksi aseksual pada tumbuhan paku yaitu melalui pembentukan spora pada sporangium yang terletak di daun atau batang. Sedangkan reproduksi seksual, terjadi melalui proses pembuahan dimana sperma serta sel telur bersatu didalam arkegonium, menjadi zigot. Selanjutnya, zigot berkembang jadi embrio dan protalium, kemudian akan terlihat diferensiasi berbagai organ seperti akar, batang, serta daun (Gholibah, 2020).

4. Habitat Tumbuhan Paku

Meskipun beberapa spesies memiliki persebaran yang terbatas, tumbuhan paku umumnya dapat ditemukan di berbagai habitat. Hal ini memungkinkan tumbuhan paku ditemukan diseluruh penjuru dunia. Berawal dari wilayah pesisir seperti hutan mangrove, tumbuhan paku tumbuh di dataran rendah seperti sawah, rawa, kebon, pantai, serta di dataran tinggi seperti pegunungan. Tumbuhan paku teridentifikasi pada tepi sungai, tebing, dan dekat mata air panas (Febriyani *et al.*, 2022).

Tumbuhan paku yang memiliki kemampuan untuk tumbuh di berbagai lingkungan, paku hidup pada tanah (terrestrial), menumpang pada pohon (epifit), serta di air (hidropit). Iklim memiliki pengaruh besar pada tumbuh dan persebaran tumbuhan paku. Tumbuhan paku umumnya memerlukan cahaya matahari dan tumbuh di lingkungan terbuka tumbuhan paku dapat tumbuh berkelompok, soliter, serta memanjat. Beberapa tumbuhan paku bahkan hidup membentuk belukar yang menutup lahan kosong. Paku juga dapat hidup di wilayah yang terhalang oleh intensitas cahaya yang kurang serta kelembaban udara tinggi (Pramudita *et al.*, 2021).

a) Paku Terrestrial

Paku terrestrial merupakan kelompok tumbuhan paku darat yang hidup di atas tanah atau hutan. Tumbuhan paku lebih beragam di dataran tinggi dibandingkan dataran rendah karena faktor lingkungan seperti suhu, udara, cahaya, ketinggian, dan kelembapan tanah. Paku terrestrial banyak ditemukan di hutan lindung dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Selain itu, paku terrestrial juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi sebagai tanaman hias, bahan makanan, dan obat tradisional (Hayati *et al.*, 2023).

b) Paku Epifit

Paku epifit yaitu jenis paku yang menumpang dan tumbuh pada tanaman lain yang menjadi inangnya, kerap ditemukan di hutan yang kelembabannya tinggi. Tumbuhan epifit menjadi salah satu ciri khas hutan tropis, paku epifit mempunyai peran penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem hutan, baik dalam sistem pendauran hara seperti mendapatkan nutrisi dan air dari udara dan air hujan. Ketika tumbuhan paku mati, daun dan batangnya jatuh ke tanah dan menjadi sumber hara bagi tumbuhan lain, serta tumbuhan paku sebagai produsen dalam rantai makanan (Sartinah *et al.*, 2023).

c) Paku Hidrofit

Paku hidrofit adalah tumbuhan yang hidup di air. Paku hidrofit tumbuh tenggelam seluruhnya atau tidak seluruhnya, seperti akarnya saja. Beberapa tanaman yang dapat tumbuh di tanah berair juga dikategorikan sebagai hidrofit, meskipun tumbuhnya dapat tumbuh di tanah dengan kandungan air normal (Karimah, 2020).

5. Manfaat Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku mempunyai fungsi dan kontribusi yang penting untuk suatu ekosistem. Tumbuhan paku mempunyai dua fungsi yaitu secara ekonomis dan ekologis. Pemanfaatan tumbuhan paku secara ekonomis yaitu memberikan peluang untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat seperti sebagai tanaman hias, sumber pangan, serta sebagai obat-obatan, contohnya *Lycopodium* dan *Driopteris* bermanfaat sebagai obat tradisional untuk penyakit cacing pita (Risnawati *et al.*, 2023). Sedangkan secara ekologis, paku mempunyai fungsi penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Peran-peran tersebut meliputi pencegahan erosi, pengelolaan air, membantu proses pelapukan serasah hutan, menjadi vegetasi penutup tanah, produsen pada jaring makanan, serta bioindikator lingkungan (Puspitasari & Wahyuni, 2022).

Terdapat contoh spesies tumbuhan paku misalnya (paku sarang) *Asplenium pellucidum* Lam., (paku kelor) *Adiantum cuneatum*, (paku tanduk rusa) *Platyserium bifurcatum*, dimanfaatkan tanaman hias. Dan juga paku bisa sebagai sayuran seperti (kelakai) *Pteris mertensioides* Willd. (Sadono, 2018).

6. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tumbuhan Paku

Berbagai faktor, baik dari dalam maupun luar tumbuhan, berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku. Faktor internal (dalam) meliputi gen dan hormon, yang menentukan sifat serta karakteristik tumbuhan, sedangkan faktor eksternal (luar) seperti suhu, intensitas cahaya, kelembapan tanah dan udara, serta keasaman tanah (pH), yang menyediakan sumber daya dan kondisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan paku (Ulfa, Nabila, et al., 2023).

a) Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan paku. Secara khusus tumbuhan paku berdaun lebar membutuhkan kisaran suhu 15-20°C, sedangkan untuk tumbuhan paku dengan daun kecil memerlukan suhu mulai dari 13-18°C (Fauziah *et al.*, 2022). Tinggi suhu di suatu wilayah akan berbanding terbalik dengan kelembapan udaranya. Semakin tinggi suhu, semakin rendah kelembapan udara. Kebanyakan jenis paku tumbuh dengan baik di tempat yang sangat lembab, membatu paku dalam pertumbuhan (Andiana & Renjana, 2021).

b) Intensitas Cahaya

Tumbuhan paku hidup di tempat intensitas cahaya yang rendah namun cukup umumnya mempunyai ukuran besar serta tumbuh subur. Hal ini menunjukkan adaptasi paku terhadap kondisi cahaya rendah dengan memaksimalkan luas permukaan daun untuk berfotosintesis. Sedangkan saat sinar matahari berlimpah, tekstur daun paku mengalami penebalan dan pengerasan, karena mekanisme pertahanan untuk melindungi diri dari sinar matahari berlebihan, dan sering menghasilkan spora (alat reproduksi) sehingga meningkatkan kemampuan untuk menyesuaikan dengan perubahan kondisi lingkungan (Hayati *et al.*, 2023). Variasi intensitas cahaya yang diterima tumbuhan paku dipengaruhi oleh keberadaan tutupan tajuk pohon serta awan yang sesuai dengan dengan preferensi tumbuhan ini terhadap lingkungan yang lembab (Lestari *et al.*, 2019).

c) Kelembapan Tanah

Kelembapan tanah merupakan faktor penting yang menentukan kesehatan dan pertumbuhan paku. Tingkat kelembapan minimum yang dapat ditoleransi paku

untuk pertumbuhannya yaitu 3%. Kelembaban rata-rata yang optimal untuk tumbuhnya paku biasanya kisaran 6 sampai 8%, dan bisa saja lebih tinggi. Tingkat kelembapan tanah memiliki pengaruh signifikan terhadap penyerapan nutrisi juga pola pertumbuhan paku. Paku yang ditemukan di hutan hujan tropis umumnya membutuhkan tingkat kelembapan tanah sekitar 7%, dan ketika kebutuhan kelembapan tanahnya terpenuhi, mereka akan menunjukkan pertumbuhan yang subur (Pramudita *et al.*, 2021).

d) Kelembapan Udara

Untuk mencapai pertumbuhan optimal, paku memerlukan kelembapan udara berkisar antara 50% hingga 80%. Ketinggian tempat mempunyai pengaruh signifikan terhadap tingkat kelembapan di hutan hujan tropis, dengan kelembapan udaranya tinggi sangat cocok untuk pertumbuhan paku. Kelembapan ini membantu proses fotosintesis dan menyediakan kondisi ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan paku (Majid *et al.*, 2022).

e) Keasaman Tanah

Menurut Permana *dalam* (Wahyuningsih *et al.*, 2019) tumbuhan paku tumbuh subur disuhu dingin dan tingkat kelembapan yang tinggi, dengan keasaman tanah atau pH antara 6-7. Tanah dengan nilai pH di >7 merupakan tanah asam, sedangkan tanah dengan nilai pH di <7 merupakan tanah basa. Tingkat keasaman tanah mempengaruhi penyerapan nutrisi dan pertumbuhan tanaman yaitu pengeruh bahan beracun serta ketersediaan nutrisi. Tumbuhan paku tumbuh diwilayah berbatu memiliki kebutuhan pH tanah yang memiliki sifat basa yang lebih kuat, biasanya berkisar antara 7 hingga 8. Jadi, tumbuhan paku lebih suka tumbuh di pH basa dengan temperatur udara yang optimal.

C. Klasifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Sifat penting dalam pengelompokan tumbuhan paku yaitu letak sorus terhadap tulang daun. Tjitrosoepomo *dalam* (Utami & Supriati, 2023) menyebutkan paku dikelompokkan kedalam 4 kelas terdiri dari:

1) Kelas Psilophytinae (Paku Purba)

Paku purba disebut demikian karena pada umumnya sudah musnah dan hanya hidup pada zaman dahulu. Berdasarkan ada tidaknya daun, paku purba dikategorikan menjadi dua jenis terdiri dari paku purba gundul (tak berdaun)

contohnya *Rhynia major*, serta paku purba daun kecil (mikrofil), daun mikrofil ini sulit dibedakan dan memiliki struktur yang sederhana contohnya *Psilotum nudum* (Febriyani *et al.*, 2022).

a) Ordo Psilophytales

Ordo Psilophytales atau disebut paku telanjang adalah kelompok tumbuhan paku yang termasuk tumbuhan terrestrial tertua dan paling sederhana. Pada tahap awal pertumbuhannya, paku ini tidak mempunyai daun ataupun akar, tetapi batangnya telah mempunyai berkah pengangkut dan bercabang menggarpu, tempat spora dihasilkan terletak di ujung cabang-cabang tersebut. Famili yang termasuk yaitu *Rhyniaceae* dengan contoh spesies *Rhynia major*, *Zosterophyllum* (Sianturi *et al.*, 2020).

b) Ordo Psilotales

Ordo Psilotales, tumbuhan paku yang tidak berakar, melainkan mempunyai anakan yang dilengkapi rhizoid. Rhizoid merupakan struktur rambut yang membantu menyerap air dan nutrisi dari tanah. Batang pada paku ini memiliki daun muda, bersisik dan daunnya tidak terdapat urat, serta terletak spiral. Famili yang termasuk yaitu *Psilotaceae* dengan contoh spesies *Psilotum nudum* yang berada di Jawa dan *Psilotum triquetrum* yang berada di wilayah tropik (Hasnunidah, 2019).

2) Kelas Lycopodiinae (Paku Kawat)

Lycopodiinae dikenal sebagai paku kawat/paku rambat, mempunyai akar bercabang-cabang menggarpu dan terletak sepanjang bagian bawah rimpang. Batangnya berbentuk rimpang yang dapat tumbuh tegak atau berbaring dengan cabangnya berdiri tegak yang ditutupi daun, serta terdapat pengangkut jaringan. *Lycopodium cernuum* adalah contoh spesies dari kelas ini (Afriani *et al.*, 2020).

a) Ordo Lycopodiales

Mempunyai ciri batang yang memiliki berkas pengangkut sederhana, tumbuh tegak dan bercabang, daunnya memiliki rambut berbentuk garis seperti jarum, serta akar yang bercabang berbentuk garpu. Famili *Lycopodiaceae*, contohnya yang terkenal di Indonesia yaitu *Lycopodium cernuum* terdapat di Jawa Barat berfungsi untuk membuat rangkaian bunga

dan *Lycopodium clavatum* yang sporanya digunakan untuk pelindung obat tablet agar tidak saling menempel (Sianturi *et al.*, 2020).

b) Ordo Selaginellales

Paku rane atau paku lumut, disebut seperti itu karena ada beberapa jenis yang memiliki ukuran kecil menyerupai lumut hati dengan daun dan tumbuh di sekitar tumbuhan lumut. Pada bagian percabangan batang, terdapat struktur seperti akar yang disebut rizofora atau penopang akar, daun kecil membentuk spiral dengan di sisi atas daun terdapat sisik disebut ligula berfungsi untuk penghisap air, bersifat heterospora. Famili *Selaginellaceae*, yang termasuk ordo ini adalah *Selaginella caudata*, *Selaginella wildenowii*, dan *Selaginella Plana* (Hasnunidah, 2019).

c) Ordo Lepidodendrales

Ordo ini adalah sejenis paku yang pernah hidup di zaman purba, tetapi sekarang sudah tidak ada lagi. Ordo Lepidodendrales membentuk pohon menjulang keatas, mencapai 30meter memiliki keliling batang 2meter. Daunnya lancip dan memiliki lidah kecil, daunnya tersebut memiliki sistem pengangkut tidak komplek. Batangnya mengalami penebalan sekunder, yang membuatnya lebih kokoh, serta memiliki meristem jaringan yang memungkinkan pertumbuhannya terus menerus. Lepidodendrales mempunyai dua familia terdiri dari *Sigillariaceae*, misalnya spesiesnya *Sillaria elegans* dan *Gigillaria micaudi*, dan famili *Lepidodendraceae*, contoh spesiesnya *Lepidodendron vasculare*, *L. acuelatum*, dan *L. major* (Karimah, 2020).

d) Ordo Isoetales

Ordo Isoetales, tumbuh di lingkungan akuatik, sebagian tumbuh di bawah permukaan air, dan sebagian tumbuh di tanah yang lembab. Memiliki batang seperti umbi, tidak memiliki cabang. Daunnya memiliki mesofil dan terdapat struktur cekung di permukaan atasnya yang dikenal sebagai foveum. Contoh spesies yang dimiliki yaitu *Isoetes coromandeliana* (Wijayanti, 2022).

3) Kelas Equisetinae (Paku Ekor Kuda)

Equisetinae dikenal sebutan ekor kuda karena percabangannya khas membentuk uliran atau bundar, mirip ekor kuda. Batangnya beruas-ruas dan berongga, serta memiliki rhizome yaitu batang tumbuh di dalam tanah dan berfungsi untuk penyimpanan energi, dan memperbanyak diri. Daunnya kecil berbentuk sisik transparan tersusun melingkar. Di ujung batangnya terdapat strobilus yaitu struktur yang menghasilkan spora (Kurniawati & Budiwati, 2020).

a) Ordo Equisetales

Equisetales tumbuh di tanah kering maupun di daerah berair. Paku ini mempunyai rhizome tumbuh secara horizontal dan cabang yang tumbuh vertikal. Daunnya mikrofil, sedangkan batang dan cabang berperan penting dalam asimilasi dan warna hijau yang berasal dari klorofil. Famili *Equisetaceae* dengan contoh spesies *Equisetum debile*, *Equisetum arvense*, *Equisetum pratense* (Sianturi *et al.*, 2020).

b) Ordo Sphenophyllales

Ordo Sphenophyllales ini sudah punah. Tumbuhan ini daunnya menggarpu dengan tulang daun bercabang, mirip pasak, dan tersusun seperti karang, di mana setiap karang umumnya terdiri dari enam daun. Batangnya tebal, beruas-ruas serta bercabang. Mempunyai sporofil yang bersifat isopora dan heterospora. Contoh dari ordo ini yaitu *Sphenophyllum cuneifolium*, serta *Sphenophyllum dawsoni* (Wijayanti, 2022).

c) Ordo Protoarticulatales

Ordo ini kini telah punah, merupakan kelompok semak kecil dengan cabangnya seperti garpu, daunnya tersusun dalam karang tidak teratur dan sporofil berkelompok satu tempat menunjukkan percabangan yang tidak teratur dan bergantung pada sporangium. *Hyenia elegans* contoh dari ordo ini (Hardyansyah, 2021).

4) Kelas Filicinae (Paku Sejati)

Tumbuhan paku kelas Filicinae tergolong sebagai tumbuhan paku sejati karena memiliki akar, batang, dan daun sejati. Berdasarkan ekologiannya, tumbuhan paku kelas Filicinae termasuk higrofit dan epifit. Paku kelas Filicinae banyak

ditemukan di bawah naungan pohon, tempat basah, dan menempel pada permukaan tanah, batu, dan batang tumbuhan lain. Seperti *Nephrolepis exaltata*, *Polypodium vulgare*, dan *Drymoglossum piloselloides*. Spesies Filicinae memiliki daun besar (makrofil), bertangkai, dan bertulang daun. Daun muda menggulung saat masih muda dan ketika dewasa akan memiliki banyak sporangium (Adlini *et al.*, 2021).

a) Anak Kelas Eusporangiatae

Anak kelas Eusporangiatae terdiri dari dua ordo yaitu ordo *Ophoglossales* dan ordo *Marattiales*. Untuk ordo *Ophoglossales* memiliki ciri batang pendek dan di dalam tanah, setiap tahun hanya ada satu daun dengan tangkai panjang serta upih daun seperti selaput. Terdapat daun fertile dan steril, sporangium yang besar tidak bercabang, serta sifatnya homospora. Contoh dari ordo *Ophoglossales* yaitu *Ophioglossum*, *Botrychium*, dan *Helminthostachys*. Sedangkan ordo *Marattiales* memiliki ciri daun yang besar, mejemuk menyirip ganda, pada sisi bawah daun terdapat sporangium, dinding yang tebal, tidak memiliki cabang, untuk batangnya pendek dan tegak, memiliki sifat homospora (Hasnunidah, 2019).

b) Anak kelas Leptosporangiatae

Kelas ini banyak ditemukan daerah tropis, memiliki berbagai ukuran mulai dari yang terkecil hingga yang terbesar. Tumbuhan paku yang berbentuk pohon batangnya besar dan tidak bercabang serta bagian ujungnya terdapat roset daun. Tumbuhan ini mempunyai daun yang menyirip ganda yang dapat mencapai panjang hingga 1 meter. Daun muda menggulung, bagian bawah daun terdapat sporangium dengan jumlah besar. Anak kelas *Leptosporangiatae* terdiri dari beberapa diantaranya ordo *Osmundales*, *Shizacales*, *Gleicniales*, *Matoniales*, *Hymenophyllales*, *Cyatheales*, serta *Polypodiales* (Wijayanti, 2022).

c) Anak kelas Hydropterides

Anak kelas Hydropterides atau disebut tumbuhan paku air, yang sebagian besar adalah tumbuhan air atau rawa. Termasuk tanaman homospora, mempunyai makrosporangium dan mikrosporangium berdinding tipis, tidak bercabang, terletak di bagian pangkal daun. Makrosporangium berfungsi

memproduksi makrospora, yang kemudian berkembang menjadi makrosporotalium dengan arkegonium. Untuk mikrosporangium menghasilkan mikrospora yang tumbuh menjadi mikrospotalium dengan anteridium. Anak kelas *Hydropterides* mempunyai 2 ordo terdiri *Salvinales* dan *Marsilales* (Karimah, 2020).

D. Taman Wisata Alam (TWA) Cimanggu

Berdasarkan Undang-undang No. 5 Thn. 1990 mendefinisikan Taman Wisata Alam sebagai wilayah pelestarian alam yang dipadukan dengan wisata alam serta rekreasi (Sukwika & Kasih, 2020). Contohnya wilayah yang dijadikan wisata alam di Indonesia adalah Taman Wisata Alam Cimanggu terletak di Kabupaten Bandung Jawa Barat. Wilayah ini dalam hal pemerintahan termasuk ke dalam wilayah Desa Patengan, Kecamatan Rancabali, Kabupaten Bandung.

Memalui keputusan SK Menteri Pertanian pada 9 Juni 1978, TWA Cimanggu seluas 154 hektar dengan ketinggian 1100-1500 mdpl ditetapkan sebagai taman wisata alam. Hutan Cimanggu terkenal dengan kekhasan flora dan fauna dimana Rasamala (*Altingia excelsa*), Jamuju (*Podovarpus imbricatus*), Saninten (*Castanopsis argentea*) yang sebagian berasal dari hutan tamanan berupa Pinus (*Pinus merkusii*) serta Ekaliptus (*Eucaliptus alba*) merupakan contoh flora, sedangkan untuk jenis faunanya yaitu Gagak (*Corvus enca*), Surilli (*Presbytis comate*), Rusa (*Cervus timorensis*), Tekukur (*Streptopelia chinensis*), Babi hutan (*Sus vitatus*) (Astutik & Najib, 2016).



Gambar 2. 4 Lokasi TWA Cimanggu
(Sumber: Google Earth 2024)

Ket:

 TWA Cimanggu
  TWA dan CA Cimanggu
  Titik Awal (Start)
  Titik Akhir (Finish)

E. Metode Transek Sabuk (*belt transect*)

Jalur garis penanda pada area tempat dilakukannya penelitian disebut sabuk transek (*belt transect*). Tujuan transek dilakukan untuk mengidentifikasi jenis vegetasi yang terdapat suatu area dengan cepat (Paramita *et al.*, 2019). Pada penelitian ini ditotalkan luas transek yaitu 180 meter, dengan kuadrat berukuran 10 x 10 meter sebanyak 9 dimana setiap jarak antar kuadrat yaitu 10 meter. Masing-masing kuadrat terdapat 5 sub plot berukuran 2 x 2 meter.

F. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan keragaman jenis paku yaitu (Rizky *et al.*, 2018) diKHDTK (Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik *purposive sampling* untuk mengidentifikasi jenis dan menghitung jumlah tanaman paku pada wilayah tertentu. Dengan pengukuran faktor klimatiks diantaranya intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, pH tanah, serta ketinggian topografi. Temuan dari penelitian ini yaitu didapatkan tiga spesies diantaranya *Selaginella plana* dengan INP tertinggi, *Lygodium salicifolium*, serta *Diplazium esculentum* merupakan INP terendah.

Penelitian lain mengenai keragaman tumbuhan paku pernah dilakukan oleh (Sadono, 2018) pada wilayah kampus UPR Palangka Raya. Metode pada penelitian yaitu eksplorasi dengan cara mengumpulkan spesies paku yang ditemukan pada kawasan kampus UPR. Hasilnya diolah menggunakan deskriptif analitis. Data yang didapat yaitu terdapat 35 spesies tumbuhan paku yang terdiri dari 17 family. Spesies dominan ditemukan yaitu family Polypodiaceae dengan jumlah 8 spesies.

Penelitian mengenai keanekaragaman paku oleh (Lestari *et al.*, 2019), pada Hutan Petungkriyono Pekalongan, Jawa Tengah. Pengamatan ini khusus mengenai tumbuhan paku epifit, pendekatan pengamatan ini yaitu survei, dengan menjelajahi seluruh wilayah hutan terdiri dari hutan campuran, hutan pinus, serta kebun kopi. Data temuannya yaitu terdapat 30 spesies paku epifit dari 7 family, yang terdiri dari 25 spesies pada hutan campuran, 10 spesies pada hutan pinu, serta 16 spesies pada kebun kopi. Spesies yang ditemukan pada setiap area, yaitu *Asplenium nidus*, *Davallia denticulate*, *Davallia sp.*, serta *Goniophlebium percusum*.

Penelitian lain mengenai keragaman paku dilakukan oleh (Suryana *et al.*, 2020) di lima pegunungan Jawa Barat yaitu Gunung Patuha, Gunung Papandayan,

Gunung Tangkuban Perahu, Gunung Gede Pangrango, dan Gunung Guntur. Jumlah semua tumbuhan paku yang di temukan di lima lokasi sebanyak 83 jenis dari 25 family. Terdapat perbedaan jumlah spesies dan family tumbuhan paku pada setiap lokasi, terdiri dari 27 spesies dari 17 family di Gunung Patuha, 14 spesies dari 9 family di Gunung Papandayan, 40 spesies dari 19 family di Gunung Gede Pangrango, 15 spesies dari 9 family di Gunung Guntur, dan 26 spesies dari 13 family di Gunung Tangkuban Perahu. Penelitian ini mengambil sampel menggunakan metode eksplorasi dan analisis deskriptif, untuk perbandingan keanekaragaman spesies diantara semuanya dihitung dengan indeks kemiripan spesies menurut Sorenson.

Penelitian mengenai keragaman tumbuhan paku lainnya pada daerah Wisata Brayeun oleh (Fauziah *et al.*, 2022), pendekatan penelitian ini menerapkan metode survei eksploratif, sampel diambil secara *purposive sampling*, kemudian temuan penelitian di analisis secara deskriptif. Penelitian ini terdapat 23 jenis paku yang ditemukan. Tumbuhan paku tersebut termasuk kedalam 13 family, yaitu 15 spesies paku teresterial serta 6 spesies paku epifit terdiri dari *Drymoglossum piloselloides*, *Drynaria quercifolia*, *Microsorium fortunei*, *Pyrrosia lanceolata*, *Asplenium nidus* dan *Davalia trichomanoides*, dan ditemukan 4 spesies paku dimorfisme yaitu *Stenochlaena palustris*, *Pteris ensiformis*, *Drymoglossum piloselloides* serta *Drynaria quercifolia*.

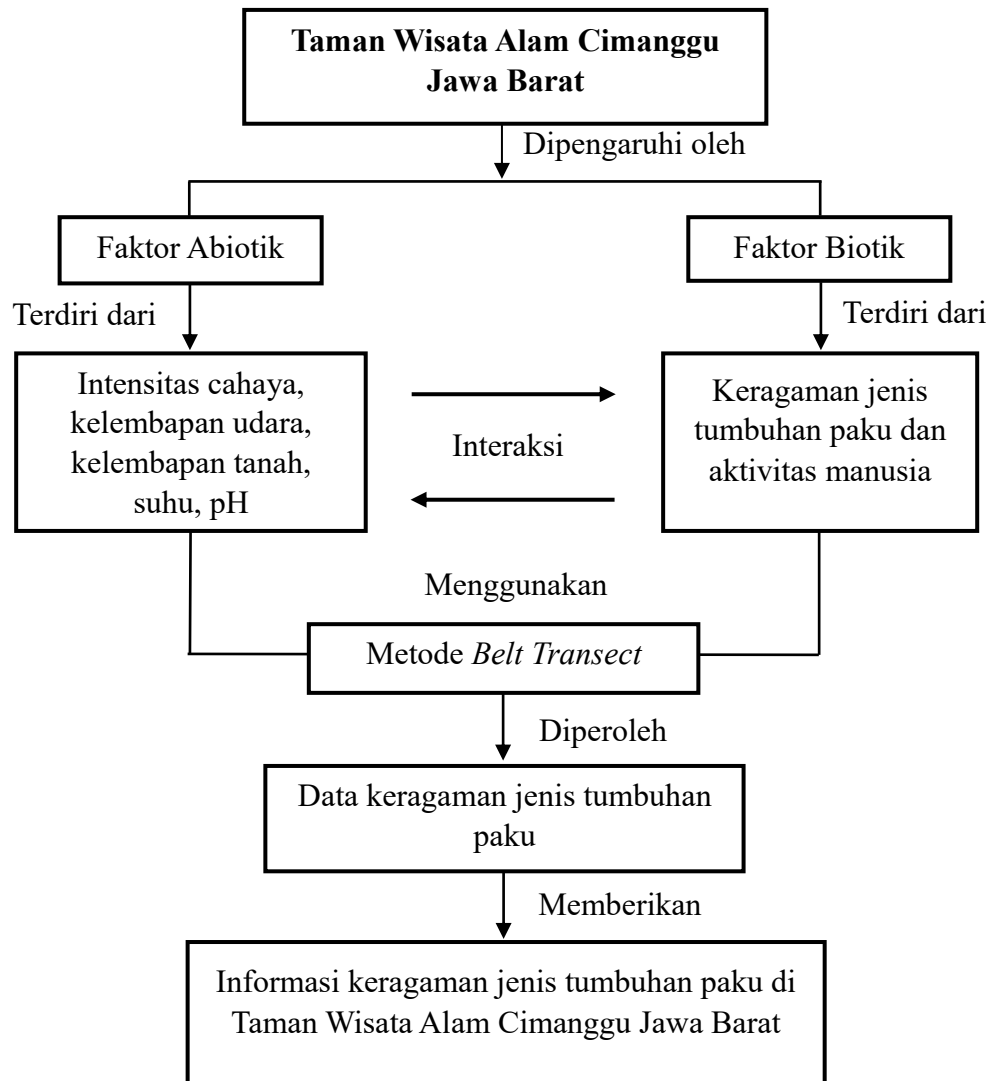
G. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi keragaman tumbuhan paku di Kawasan TWA Cimanggu, yang termasuk bagian dari wilayah wisata andalan yang berada pada Kota Bandung yang berdasarkan administratif destinasi wisata ini berada di Kecamatan Rancabali, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Taman Wisata Alam Cimanggu banyak potensi daya tarik wisata, tetapi memiliki peran penting dalam menjaga lingkungan berdasarkan hubungannya dengan keseimbangan tanah, wilayah resapan air, dan konservasi keanekaragaman hayati (Kastolani & Rahmafitria, 2015).

Berdasarkan tempat hidupnya paku dikelompokkan jadi 3 terdiri dari tumbuhan paku hidup di darat (terresterial), menumpang pohon (epifit), dan di air (hidropit) (Pramudita *et al.*, 2021). Hutan merupakan sumber daya yang

memberikan kegunaan untuk kehidupan dimana proses interaksi diantara faktor biotik dan abiotik saling bergantung. Faktor biotik diantaranya seluruh makhluk hidup yaitu hewan, manusia, tumbuhan, serta mikrobiologi (bakteri dan virus). Sedangkan faktor abiotik diantaranya yaitu semua benda mati seperti udara, tanah air, sinar matahari, kelembapan, dan iklim (Arief, 2023). Hingga saat ini, keragaman tumbuhan paku yang hidup di Hutan TWA Cimanggu belum datanya masih sangat rendah, oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi keragaman jenis-jenis tumbuhan paku, dengan menggunakan metode deskriptif serta pengambilan sampel dengan cara *belt transect*. Jalur penanda pada area tempat dilakukannya penelitian disebut sabuk transek (*belt transect*). Tujuan transek ini yaitu untuk mengidentifikasi jenis vegetasi terdapat pada suatu area dengan cepat (Paramita *et al.*, 2019). Kuadrat berukuran 10 x 10meter sebanyak 9, dengan masing-masing kuadrat dibuat 5 sub plot dengan ukuran 2 x 2meter. Di blok makam sanghiang buruan terdapat 4 kuadrat, blok sumur tujuh 1 kuadrat, dan untuk blok jalur ATV 4 kuadrat. Untuk data penunjang pada penelitian ini yaitu mengukur faktor klimatiks, dikarenakan faktor klimatiks ini mempengaruhi tumbuh paku, diantaranya intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, dan tanah, serta pH.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh data yang lengkap dan akurat tentang keragaman jenis tumbuhan paku di Taman Wisata Alam Cimanggu. Data ini akan menjadi informasi penting serta dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya tentang keragaman tumbuhan paku dikawasan tersebut. Berikut ini adalah bagan pemikiran yang dipaparkan berikut ini:



Bagan 2. 1 Keragaman Tumbuhan Paku di TWA Cimanggu, Jawa Barat
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)