

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Keragaman jenis

Menurut (Odum 1993) terdapat 2 komponen keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan kesamarataan. Kekayaan jenis merupakan jumlah jenis dalam suatu komunitas. Untuk komunitas yang lebih tua cenderung lebih tinggi pada keanekaragaman jenis, dan untuk komunitas yang baru dibentuk cenderung lebih kecil pada keanekaragaman jenis. Kesamarataan yaitu pembagian individu yang merata. Kenyataannya setiap jenis memiliki jumlah individu yang berbeda. Mengutip Shannon dengan memanfaatkan indeks keanekaragaman, jenis analisis tertentu dapat dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman. Indeks Shannon-Wiener (H') yang memiliki rumus $H = - \sum P_i \ln P_i$ dengan $P_i = n/N$. Nilai penting suatu jenis yaitu n dan total nilai penting seluruh jenis yaitu N .

Dapat dikatakan suatu komunitas mempunyai spesies keanekaragamn yang rendah jika suatu komunitas hanya ada spesies tertentu. Dapat dikatakan suatu komunitas yang memiliki keanekaragaman tinggi apabila suatu komunitas terdiri oleh berbagai macam spesies. Keanekaragaman jenis menyatakan sebuah ukuran yang menggambarkan berbagai jenis tumbuhan dari sebuah komunitas yang dipengaruhi oleh kelimpahan relatif dan jumlah spesies dari sebuah spesies (Yusuf 2009).

B. Tumbuhan Paku

Kelompok tumbuhan paku merupakan gabungan dari kelompok tumbuhan berkormus dan tumbuhan bertalus. Mengandung spora maka sering disebut sebagai "Cormophyta berspora" (Andayaningsih and Chikmawati 2013). Karena memiliki kormus tubuhnya dengan nyata, tumbuhan paku adalah divisi yang berbeda yang dapat diklasifikasikan dari akar, batang, dan daun (Sianturi, Retnoningsih, and Ridlo 2020).

Diperkirakan Indonesia memiliki lebih dari 1.300 jenis tumbuhan paku. Tumbuhan paku dapat ditemukan dari tepi pantai ke pegunungan tinggi meskipun

persebaran jenisnya sangat beragam. Kurang dari 10% jenis tumbuhan paku mempunyai persebaran yang luas dan bersifat cosmopolitan, sekitar 30% jenis tumbuhan paku mempunyai penyebaran yang relatif sempit bahkan ada beberapa jenis yang hanya dapat hidup pada tempat yang spesifik (Sianturi, Retnoningsih, and Ridlo 2020).

Pteridophyta adalah kelompok tumbuhan berpembuluh tak berbiji, contoh yang paling menonjol adalah pakis. Homosporus adalah jenis spora tak berbiji vaskular yang paling umum, dan spora ini mengandung satu jenis sporangium yang menghasilkan satu jenis spora, yang sering berkembang menjadi gametofit biseksual, seperti pakis (Radja, 2018).

1. Berdasarkan Cara Hidup

Berdasarkan cara hidup dan lingkungannya, paku memiliki struktur yang sederhana dan memiliki berbagai jenis daun kecil. Namun, ada satu struktur yang lebih rumit dan memiliki daun yang besar, sehingga bisa mencapai 2m atau bahkan lebih. Jika dilihat dari cara hidup, ada beberapa jenis tumbuhan paku, antara lain yang hidup di darat (terrestrial), menumpang di pohon lain (epifit), dan hidup di air (Tjitrosoepomo 2009).

Tumbuhan paku terestrial ada di tempat bebas naungan atau yang mengandung naungan, bisa tumbuh di tanah berbatu, lembab, dan kering tanah. Tumbuhan Paku memiliki rimpang akar dan serabut dengan batang kokoh (Kinho 2009). Dua jenis tumbuhan paku yang hidup di habitat darat adalah pteridium dan pteridophyta dari fosil (*Rhynia sp.*). Kemudian, anggota psilophyta antara lain *Osmunda sp.*, *Ophioglossum sp.*, dan anggota lycopodium antara lain *Lycopodium vernuum* dan *Lycopodium clvatum* (Vashita, 2005 dalam Imaniar, 2017).

Iklim yang mendukung pertumbuhan paku maka jumlah tumbuhan paku akan melimpah. Beberapa paku-pakuan yang berada di kelembaban tinggi, terletak di daerah dengan intensitas cahaya kurang yang terlindung dari panas dan angin kencang, memiliki bentuk belukar yang menutupi lahan kosong pada daerah yang umumnya tumbuh lebih dikit dan lambat dibanding paku di daerah yang terbuka (Rizkiani 2019).

2. Morfologi Tumbuhan Paku

Adapun morfologi tumbuhan paku memiliki rimpang tegak, menjalar panjang, serta menjalar pendek daun mayoritas tunggal (monomorfik). Menurut Jamsuri (2007) biasanya banyak dari tumbuhan paku identik memiliki pucuk melingkar, spora daun menempel teratur dalam barisan, menyebar ataupun menggerombol. Embrio paku dapat dibedakan berdasarkan poros bujurnya yaitu di kutub atas berkembang dengan membentuk rimpang dan daun, sedangkan kutub bawah yaitu membentuk akar (Tjitrosoepomo 2009).

Tumbuhan paku mudah dibedakan karena morfologi bentuk yang sangat khas. Bentuk yang khas tersebut yaitu daun muda yang menggulung (crozier) akan terbuka apabila nantinya tumbuh menjadi dewasa. Tumbuhan paku terdapat dua tipe daun yaitu bersifat steril yang disebut dengan daun tropofil dan daun bersifat fertile yang disebut sporofit. Jenis paku terestrial mempunyai akar rimpang dan serabut, batangnya kokoh. Tumbuhan paku tersebut dapat ditemukan di daerah yang kering dan lembab, tanpa naungan di dekatnya, atau terbuka, serta daerah bebatuan (Sugiarti 2017).

Ciri-ciri morfologi dari tumbuhan paku sebagai berikut :

a. Akar

Organ yang tumbuh pada bagian bawah rimpang dan tumbuh dari sisi disebut akar. Tumbuhan paku memiliki embrio yang dibedakan menjadi kutub atas dan kutub bawah. Kutub atas akan tumbuh berkembang yang akan membentuk tunas batang dan daun. Sebaliknya, kutub di bagian bawah yaitu kutub akar yang akan digunakan untuk membentuk akar. Kutub akar pada tumbuhan paku tidak akan terus berjalan, sehingga akan diganti dengan akar yang muncul dari batang tersebut (Tjitrosoepomo 2009).

Umumnya pada akar tumbuhan paku mempunyai akar yang adventif. Di permukaan tanah ataupun di bawah tanah akar tumbuh secara horizontal. Cabang atau batang pohon memanjat rimpang yaitu pada paku epifit. Akar yang muncul lebih dulu tidak dominan, selain dicopot oleh akar lain yang semuanya muncul dari batang (Sugiarti 2017).

Fungsi akar sebagai organ tumbuhan yaitu menyerap air dan nutrient dari tanah. Hampir semua tumbuhan vaskular mengalami perkembangan pada akar. Akar juga

meningkatkan tumbuhan vaskular, yang menghasilkan sistem tunas yang lebih tinggi.

b. Batang

Batang salah satu bagian organ tumbuhan yang berguna untuk sistem transportasi mineral dan zat hara menuju daun. Ada beberapa tipe batang pada tumbuhan paku diantaranya yaitu paku sejati (*Pteridium*) terdapat daun yang tersebar pada batang dan terdapat batang yang dapat merayap. Pada paku kecil (*Cosyopteris*) terdapat daun-daun tersebar pada batang dan terdapat batang yang dapat menyerap (Chadde & Steve, 2013 dalam Waemayi, 2018).

Terdapat jaringan xilem dan floem pada batang tumbuhan paku. Batang pada tumbuhan paku yaitu bercabang menggarpu atau membentuk cabang ke samping. Cabang baru tersebut tidak keluar dari ketiak daun (Tjitrosoepomo 2009). Sugiarti (2017), menyatakan bahwa setiap jenis paku kebanyakan batangnya ada di bawah tanah atau menjulur.

c. Daun

Organ tumbuhan utama dalam proses fotosintesis dari tumbuhan vascular dalam meningkatkan luas permukaan tubuh tumbuhan merupakan fungsi dari daun. Terdapat kategori pada daun yaitu sebagai mikrofil dan megafil. Mikrofil merupakan daun berukuran kecil berbentuk duri yang disokong oleh suatu untai tunggal jaringan vaskular. Megafil merupakan daun berukuran lebar yang sangat bercabang dengan sistem vaskular (Campbell 2008).

Pada daun tumbuhan paku terdapat ukuran kecil (mikrofil), ukuran besar (makrofil). Pada satu individu memiliki dua tipe daun yaitu daun fertil (sporofil) yang menghasilkan spora saat tumbuhan paku dewasa dan daun steril (tropofil) yang tidak akan menghasilkan spora (Nery and Putri, 2019). Berbeda pada paku suplir terdapat tipe daun berfungsi khusus (Rizkiani 2019).

Menurut Nuraeni (2018) Daun muda dan daun dewasa pada tumbuhan paku memiliki perberbedaan. Daun muda memiliki daun menggulung, sedangkan daun dewasa dibedakan lagi menjadi :

- 1) Tropofil : Untuk fotosintesis, tidak terdapat spora.
- 2) Sporofil : Menghasilkan spora.

- 3) Troposporofil : Dalam satu tangkai daun, ada yang menghasilkan spora dan tidak berspora.

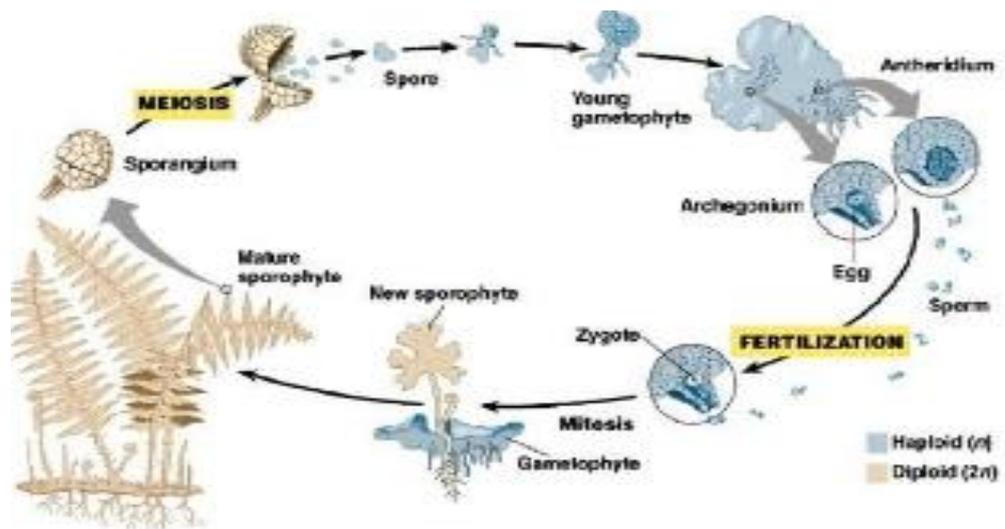
d. Sorus

Sorus merupakan tumbuhan sporangium dimana kumpulan dari spora berada di bawah permukaan daun. Spora dibentuk didalam kotak spora (sporangium) (Karimah 2020). Bagian bawah daun tumbuhan paku umumnya memiliki sorus dengan warna hitam atau coklat (Waemayi 2018). Sorus adalah satu-satunya komponen terpenting dari alat perkembangbiakan untuk mencegah spora menyebar ke seluruh paku hingga siap untuk dilepaskan (regenerasi) (Elfrida *et all*, 2019).

e. Spora

Spore terbentuk di sporangium berkumpul di area belakang daun, memiliki sorus yang berwarna hitam atau coklat (Arini & Kinho, 2012). Tumbuhan paku sebagai besar memiliki ukuran spora dan homospora. Tumbuhan Paku memiliki mikrospora (spora kecil) dan makrospora, yang keduanya bersifat spora besar. Sperma akan dihasilkan oleh mikrospora di antheridia, sedangkan sperma akan dihasilkan oleh megaspora di arkegonia (Mickel, et.al, 2010 dalam Gholibah, 2020).

3. Daur Hidup Tumbuhan Paku



Gambar 2. 1 Daur Hidup Tumbuhan Paku

Sumber : Karimah 2020

Ada 2 fase utama daur hidup tumbuhan paku dalam mengalami metagenesis (pergiliran keturunan) yaitu fase gametotif dan fase sporofit. Dalam kedua fase ini akan berlangsung bergiliran. Memiliki struktur sporofit yang bervariasi (Campbell 2008). Fase sporofit yaitu menghasilkan spora pada daunnya sendiri. Sporofit adalah fase yang mendominasi proses penyempurnaan turunan dari tumbuhan paku. Siklus hidup pada tumbuhan paku dimulai dari spora yang terjatuh di tempat teduh dan lembab yang akan tumbuh menjadi tanaman baru berada di tempat tersebut, sementara spora yang jatuh tersebar oleh angin yang akan tumbuh jauh dari tempat asalnya. Sporangium mempunyai dinding tebal dalam jumlah banyak, berukuran kecil, dan berbentuk bulat seperti cincin, yang kadang-kadang disebut anulus (Hidayah 2019).

Disaat sporangium kering dan sporanya terjatuh, anulus akan mulai membuka spora akan tumbuh menjadi protalium apabila jatuh ke tempat yang lembab. Anteridium dan Arkegenium akan diproduksi oleh fase menumbuh dan berkembang. Spermatozoid adalah produk dari anteridium, sedangkan arkegenium akan menghasilkan ovum sendiri. Pada saat itu akan terjadi perkawinan spermatozoa dan ovum yang menghasilkan zigot, dan kemudian paku akan tumbuh paku muda. Zigot tidak bergerak, mencegah akar tumbuhan paku tidak berkembang (Campbell 2008).

Sebaliknya, protalus (juga dikenal sebagai prothallus) atau protalium (juga dikenal sebagai prothallium) adalah bentuk gametofit yang mana berwujud, seperti tumbuhan kecil yang terdiri dari lembaran yang ditutupi rambut dan memiliki tepi yang mirip tetapi tidak identik dengan lumut hati, tidak memiliki akar (tetapi memiliki rizoid sebagai pengganti (Kinho 2009).

Jika dibandingkan dengan proses pada fase sporofit, fase gametotif tumbuhan paku memiliki laju perkembangan lebih cepat. Protalium merupakan tumbuhan paku yang memiliki gametotif kecil dan sebagian besar tertutup thallus. Terdiri dari lembaran-lembaran kecil yang tidak jelas. Pakis dan tumbuhan vaskular tidak berbiji lainnya memiliki cara hidup yang didominasi oleh sporofit. Sifat dari tumbuhan protalium paku ini sesuai dengan spora itu sendiri (Campbell 2008).

Loveless (1983) dalam Afifah, (2018), perbedaan tumbuhan paku dari jenis sporanya, yaitu:

- a. Paku homospora adalah sejenis paku yang memiliki bentuk dan bentuk spora tunggal. Biasanya paku homospora ukuran panjang atau diameter antara 30-50 mikrometer. Contoh adalah *Lycopodium*.
- b. Paku heterospora yaitu tumbuhan paku yang mempunyai 2 bentuk dan ukuran spora berbeda. Contohnya adalah *Selaginella*.
- c. Paku peralihan yaitu peralihan antara kelompok spora homospora dan heterospora. Sporanya mempunyai bentuk dan ukuran yang sama namun jenis kelamin yang dihasilkan berbeda. Contohnya *Equisetum debile*.

4. Manfaat Tumbuhan Paku

Menurut (Waemayi 2018), tumbuhan paku banyak dimanfaatkan oleh manusia di dalam kehidupannya yaitu sebagai bahan makanan untuk bertahan hidup dapat dijadikan sayuran dan sumber serat dengan memiliki nilai gizi yang tinggi contohnya pada *Marsilea crenata* (semanggi), *Pteridium aquilinum* (paku garuda). Yang dapat dijadikan tanaman hias contohnya adalah *Adiantum* (suplir), *Platycerium sp* (paku tanduk rusa), *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Nephrolepis*, *Alsophila glauca* (paku tiang). Selain itu tumbuhan paku juga dapat dijadikan sebagai obat-obatan yang mempunyai fungsi diuretik yaitu pada tumbuhan paku *Equisetum* (paku ekor kuda), diuretik yaitu melancarkan pengeluaran urine, sebagai obat luka pada tumbuhan paku *Selaginella*. Sebagai pupuk hijau, seperti *Azolla pinnata* yang bersimbiosis dengan ganggang biru *Anabaena azollae* yang dapat mengikat gas nitrogen bebas. Tumbuhan paku juga dapat dimanfaatkan dalam bahan pembuatan petasan yaitu *pyrotechnics*, menggunakan spora *Lycopodium sp*. Untuk tiang bangunan yaitu *Alsophila glauca*. Untuk penggosok atau amplas, contohnya *Equisetum sp*. Dan untuk karangan bunga yaitu *Lycopodium cernuum*.

C. Klasifikasi Tumbuhan Paku

Menurut (V. B. Amoroso dan W. P. Winter 2003) tumbuhan paku dibedakan dalam beberapa kelas berdasarkan dari persamaan pada siklus hidupnya. Tjitrosoepomo (2009) menyatakan bahwa divisi Pteridophyta dikelompokkan 4 kelas yaitu Psilophytinae (paku purba), Lycopodinae (paku kawat), Equisetinae (paku ekor kuda), kelas Fillicinae (paku sejati). 11 famili antara lain Marsileaceae, Equisetaceae, Salviniaceae, Lycopodiaceae, Selaginaceae, Schizaeaceae, Ophioglossaceae, Cyatheaceae, Gleicheniaceae, Polypodiaceae, dan Ceratopteridaceae (Arini and Kinho, 2012).

Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Menurut (Tjitrosoepomo 2009), pteridophyta diklasifikasikan dalam beberapa kelas yaitu:

1. Kelas Psilophytinae (Paku Purba)

Sebagian besar sudah punah, kelas Psilophytinae dikenal sebagai paku purba (paku telanjang). Bersifat homospor, tidak mempunyai daun atau mempunyai daun-daun kecil (mikrofil) yang belum terdiferensiasi. Psilophytinales dan Psilotales adalah dua subfamili yang membentuk kelas Psilophytinae.



Gambar 2. 2 Paku Purba

Sumber: Nita Hidayati. www.99.co/blog/

a. Bangsa Psilophytinales (paku telanjang)

Tumbuhan paku yang tingkat perkembangannya rendah yaitu paku telanjang. Paling sederhananya dari tumbuhan paku ini yaitu belum memiliki daun dan belum berakar, namun terdapat berkas pengangkut yang bercabang menggarpu dengan sporangium.

b. Bangsa Psilotales

Tunas dan akar rizoid pada tumbuhan ini adalah satu-satunya yang menjadikannya sebagai akar, dan pada batangnya terdapat mikrofil. Salah satu dari sedikit yang sekarang masih ada yaitu marga *Psilotum*, terna kecil rendah dan banyak bercabang menggarpu.

2. Kelas Lycopodiinae (Paku Rambut atau Paku Kawat)

Ciri-ciri tumbuhan terdiri atas batang dan akar yang bercabang menggarpu, berdaun mikrofil, tak bertangkai, mempunyai daun rapat dan tersusun garis spiral. Bentuk sporofitnya mengumpul, mengakibatkan adanya berbentuk bulir di ujung batang dan cabang. Daun yang masih sedikit berarti tumbuhan masih rendahnya tingkat perkembangan.



Gambar 2. 3 Paku Kawat

Sumber: Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/wiki/Lycopodiopsida>

Pada kelas Lycopodinae terdapat empat bangsa yaitu Selaginallales, Lycopodinales, Lepidodendrales, dan Isoetales.

a. Bangsa Selaginallales

Tumbuhan paku heterospora dengan daun tersusun spiral. Terdapat batang cabang menggarpu, posisi sebagian batang yang berbaring dan berdiri tegak. Bagian atas daun terdapat ligula. Contoh *Selaginella caudata* dan *Selaginella plana* (Komaria, 2015).

b. Bangsa Lycopodinales

Tumbuhan paku homospora dengan daun seperti sisik, memiliki berkas pengangkut sederhana pada batang, akarnya sejati tumbuh dengan adventif, akarnya bercabang menggarpu. Contohnya *Lycopodium mularifolium* (Sugiarti, 2017).

c. Bangsa Lepidodendrales

Saat ini spesies tumbuhan yang ada di bangsa ini telah punah. Batangnya mengalami penebalan pada dinding sekunder dan jika daun mikrofil tersebut gugur maka daunnya akan menyebabkan pembuluh berkas jatuh. Contoh *Lepidodendron vasculare*, dan *Lepidostrobos major* (Sugiarti, 2017).

d. Bangsa Isoetales

Tumbuhan paku ini tergolong berupa terpa, berasal dari tanah yang basah dan tenggelam dalam air. Tiap daun memiliki empat saluran

udara, hanya ada satu yang tidak bercabang di batang. Contohnya *Isoetes coromandeliana*.

3. Kelas Equisetinae (Paku Ekor Kuda)

Mempunyai ciri-ciri yaitu bercabang, berbuku-buku, beruas, daunnya kecil seperti selaput dan tersusun berkarang. Setiap sporofit yang ada saat ini ada semacam rangkaian gada, atau mungkin kerucut, terdapat pada batang atau cabang. Terdapat protalium yang warnanya hijau, spora berkembang diluar. Ada tiga bangsa dalam kelas ini: Equitales, Sphenophyllales, dan Protoarticulatales.

a. Bangsa Equitales

Memiliki semacam rimpang yang merayap dengan cabang berdiri dengan tegak. Batang atau cabangnya terdiri atas ruang yang panjang serta beralur.

b. Bangsa Sphenophyllales

Memiliki ciri daunnya berebentuk pasak atau menggarpu, daunnya tersusun berkarang, umumnya tiap karangnya terdiri atas 6 daun.

c. Bangsa Protoarticulatales

Terdapat ciri berupa semak kecil, menggarpu pada cabang, helaian yang sempit pada daun, tersusun berkarang dan tak beraturan, kini sudah berupa fosil.



Gambar 2. 4 Paku Ekor Kuda

Sumber: Ari Sudewa. <https://arisudev.wordpress.com/2013/05/28/mengenal-tanaman-paku-pteridophyta/>

4. Kelas Filicinae (Paku Sejati)

Secara umum dikenal dengan sebutan pakis. Tumbuhan higrofit, berada di daerah teduh serta lembab. Setiap anggota Filicinae memiliki daun besar (makrofil), terdapat daun menggulung di ujungnya pada tumbuhan muda paku ini dan mempunyai banyak sporangium pada sisi bawahnya. Contohnya *Adiantum farleyense* (paku ekor merak), *Platyserium bifurcatum* (paku tanduk rusa).

a. Anak Kelas Eusporangiatae

Anak Kelas pada tumbuhan paku rata-rata berupa terna. Terdapat dua protalium ada yang tak berwarna letaknya di bawah, dan berada di atas tanah dan memiliki warna hijau. Anak kelas ini terdapat dua bangsa yaitu :

1) Bangsa Ophioglossales

Batangnya yang berada di dalam tanah dengan ukuran yang pendek, bagian ke atas terjadi diferensiasi di dalam berkas pengangkut, memiliki prostostele pada bagian bawah. Titik tumbuhnya terdiri atas beberapa sel pemula, dan tidak terdiri atas satu sel ujung saja. Hanya satu daun yang panjang bertangkai dengan daun upih yang ada di batang setiaptahun.

2) Bangsa Marratiales

Sporangium terletak di pojok kanan bawah daun, dengan struktur dinding tebal, tidak ada cincin, dan terdapat satu celah yang terbuka. setiap sorus yang diberikan, sporangium sering melekat menjadi sinagium. Leptosporangiatae (filices) dan Kelas Hydropterides.

b. Anak Kelas Leptosporangiate

Sebagian besar terdapat di daerah tropis, dari mulai paku yang kecil hingga besar adapun yang berupa pohon. Paku berupa pohon berukuran besar, seperti satu atau beberapa lengan, seringkali tak bercabang, memiliki rozet daun di bagian bawahnya. Tidak berkambium, mengakibatkan ketidakmampuan batang mengalami penebalan pertumbuhan sekunder dan kayu.

Terdapat 10 bangsa masuk ke dalam anak kelas Leptosporangiatae, yaitu bangsa Osmundales, Shizaceales, Gleicniales, Matoniales, Laxomales, Hymenophyllales, Dicksoniales, Thyrsopteridales, Cyatheales, dan Polypodiales (Sugiarti, 2017).



Gambar 2. 5 Pakis

Sumber: Redaksi. <https://lokakita.com/nama-latin-tumbuhan-paku/>

c. Anak Kelas Hydropterides

Yaitu paku air atau tumbuhan rawa. Terdapat suku Salviniaceae mempunyai ciri paku air kecil mengapung di atas air, sporocoropia terdapat bagian daun tenggelam di dalam air, kelaminnnya tunggal, berumah satu, contohnya *Salvinia* mata lele dan *Salvinia* lukut cae. Berikutnya yaitu Suku Marsileaceae dengan mempunyai akar rimpang merayap, menggulungnya daun muda. Megaspora terdapat besarnya spora betina hanya satu dan kecilnya spora jantan dengan jumlahnya yang sedikit, contohnya *Marsilea crenata* (Komaria, 2015).

D. Faktor Yang Mempengaruhi

Lingkungan mempengaruhi kehidupan suatu organisme selama perkembangannya. Lingkungan yaitu gabungan dari banyak faktor yang berinteraksi satu sama lain secara tunggal, tak hanya faktor yang bersifat abiotik dan biotik, tetapi juga faktor biotik dan biotik. Maka dari itu, sulit dalam memisahkan satu faktor dengan faktor lain tanpa berdampak negatif pada kondisi

keseluruhan. (Syafei 1990, *dalam* Ratih 2002). Berikut ini merupakan faktor abiotik yaitu meliputi:

1. Suhu

Suhu sangat diperanguhi oleh tumbuhan paku di dalam pertumbuhannya. Tumbuhan paku yang memiliki daun kecil memerlukan temperatur suhu yang rendah diantara 13⁰C-18⁰C. Tumbuhan paku yang memiliki daun besar memerlukan temperatur lebih tinggi yaitu diantara 15 ⁰C-21⁰C (Yusuf Maulana : 2009 *dalam* Yulianor 2019).

2. Kelembaban tanah dan udara

Jumlah pada molekul air di dalam tanah disebut kelembaban tanah Tumbuhan paku menyukai kondisi teduh dengan tingginya derajat kelembaban. Jumlah uap air yang terdapat dalam setiap individu volume udara dapat menggambarkan sebagai kelembaban udara, uap air berasal dari proses penguapan. Menurut (Syafurudin, dkk, 2016) Salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan paku yaitu kelembaban udara, kelembaban udara dapat membuat pertumbuhan paku akan tumbuh dengan optimal apabila lingkungan tersebut memiliki kelembaban udara 90%.

3. Intensitas cahaya

Jumlah energi cahaya yang diterima oleh suatu tanaman per kal/cm/hari, Pengaruh sifat morfologi tanaman di dasarkan dengan adanya intensitas cahaya. Untuk berlangsungnya pada proses persatuan CO₂ dibutuhkannya cahaya serta air untuk membentuk karbohidrat (Suci and Heddy, 2018).

Menurut (Sophia 1992 *dalam* Ratih 2002) terdapat 3 kelompok tingkat kebutuhan sinar matahari untuk pertumbuhan paku-pakuan yaitu :

- a. Tempat yang terlindung (heliofob) yaitu disukai pada kelompok paku yang daunnya halus atau kecil. Seperti *Adiantum sp.*, *Pteris sp* dan *Polypodium sp.*
- b. Tempat yang sedikit terlindung (subheliofil) yaitu disukai pada kelompok paku seperti *Nephrolepis falkata*.
- c. Tempat dengan sinar matahari langsung (heliofil) yaitu disukai pada kelompok paku seperti *Selaginella* (paku Rane) dan *Pityrogramma calomelanos* (paku Perak).

4. pH tanah atau keasaman tanah

Tumbuhan paku hidup dengan pH tanah 6-7. Jika pH tanah <7 maka sifatnya asam, pH tanah >7 maka sifatnya basa. Dalam kaitannya dengan penyerapan zat hara serta pengaruh pertumbuhan dari zat hara serta kelambaban zat hara ditentukan oleh pH tanah (Permana, 2017 dalam Wahyuningsih, 2019). Banyak dari paku-pakuan hidup pada substrat yang agak asam sampai basa dengan pH 5-8. Pada beberapa tumbuhan paku seperti spesies suplir dan spesies *Adiantum* menyukai pH 6-8 (Yusuf, 2009).

E. Cagar Alam

Kawasan suaka alam disebut "cagar alam" terdapat ciri tertentu pada *flora*, *fauna*, dan ekosistem dengan lingkungan di dalamnya dilindungi, serta perkembangannya secara alami. Cagar alam memiliki fungsi-fungsi penting diantaranya yaitu sebagai tempat hewan serta tumbuhan yang ada untuk tumbuh dan berkembangbiak. Cagar alam juga berfungsi sebagai sarana penelitian dan mengembangkan ilmu pengetahuan. Tanpa campur tangan manusia, perkembangan di kawasan ini dilindungi untuk tumbuh secara alami (Yusuf 2009).

Kawasan konservasi yaitu kawasan hutan yang mempunyai ciri khas tertentu salah satunya Cagar Alam. Menurut Ditjen PHKA Cagar Alam di Indonesia ≥ 100 tempat termasuk Cagar Alam Pananjung Pangandaran, yang merupakan kawasan konservasi di dalamnya terdapat kawasan pariwisata alam di sekitar kawasan konservasi, dan banyak wisatawan juga sering memasuki kawasan itu. Daerah Cagar Alam secara umum dibagi menjadi dua wilayah seperti kepala tangan, wilayah tersebut diantaranya adalah wilayah Barat yaitu hutan wisata, wilayah Timur yaitu daerah relatif tertutup bagi wisatawan (Wetlands International, 1996).

Kawasan Cagar Alam Pananjung Pangandaran terletak di pantai selatan Jawa Barat memiliki luas 497 Ha. yang merupakan salah satu ekosistem hutan hujan. Cagar Alam Pananjung Pangandaran berbentuk semenanjung pada bagian barat dan timur yang dikelilingi pantai dengan sedikit terpisah dari daratan utama Kabupaten Pangandaran, hal itu menjadikan suatu keunikan dari Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Dengan adanya keunikan tersebut, dataran rendah merupakan keberadaan salah satu hewan dan tumbuhan dari pengaruh faktor lingkungan pantai yang cukup besar (Ariska *et al.* 2015).

Lokasi yang dituju untuk penelitian berada di daerah blok Cirengganis. Blok Cirengganis merupakan daerah yang termasuk ke dalam wilayah Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran, blok yang terdiri dari pantai dan hutan dataran rendah. Terdapat formasi terumbu karang di bagian pantai, tetapi tidak terlalu banyak. Pada hutan dataran rendah terdapat jalan setapak yang biasa digunakan oleh pengunjung untuk berjalan menuju ke lokasi wisata Gua Cirengganis. Luas dari daerah ini kurang lebih yaitu sekitar 1 ha, Blok ini terletak pada ketinggian 0- 45 mdpl. Pada lokasi ini banyak wisatawan yang berkunjung karena merupakan daerah wisata Pangandaran. Di Blok ini terdapat lapangan parkir, Mushola, toilet umum, serta banyaknya tempat penginapan (Hendrawan *et al*, 2018).

Topografi pada Blok Cirengganis ini relatif berbukit. Tanahnya mengandung banyak kapur, sebagian besar terdiri dari breksi abu-abu tua, terutama podsolik merah-kuning. Terdapat muara yang mendekati daerah pantai, substrat tanah terdiri dari pasir dan tanah berpasir. Kondisi substrat yang terdiri dari pasir berada pada bagian pantai, sementara substrat tanah dan pasir terdapat setelah muara menuju ke hutan dataran rendah. Terdapat sungai yang mengalir Blok Cirengganis yang berasal dari Nanggorak. Aliran airnya mengalir dari Nanggorak, lalu menghilang ke dalam dan kemudian muncul kembali ke permukaan di dalam Gua Cirengganis (Hendrawan *et al*, 2018).

Vegetasi pada Blok Cirengganis cukup rapat dengan kondisi lingkungan yang cukup lembab. Terdapat jenis-jenis tumbuhan dan satwa secara umum di lokasi ini. Jenis-jenis tumbuhan tersebut yaitu Pusat (*Barringtonia asiatica*), Songgom (*Barringtonia racemosa*), Jati (*Tectona grandis*), Waru Laut (*Hibiscus tiliaceus*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Benda (*Artocarpus elasticus*), Ki Calung (*Diospyrus truncate*), dan Caruy (*Pterospermum javanicum*). Jenis-jenis tersebut yaitu jenis tumbuhan yang khas formasi hutan pantai dan hutan dataran rendah yang terdapat pada Blok Cirengganis. Adapun jenis-jenis satwa yang ditemukan yaitu Lutung Jawa (*Tracypithecus auratus*), Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascularis*), Rusa (*Cervus timoreenis*), dan berbagai jenis burung pantai serta serangga (Hendrawan *et al*, 2018).



Gambar 2. 6 Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth 2022

F. Metode Belt Transek

Belt transek yaitu jalur vegetasi yang lebarnya sama dan sangat panjang. Lebar jalurnya ditentukan oleh sifat vegetasi untuk menunjukkan bagan yang sebenarnya (Restiani and Tuarita 2013). Penelitian ini menggunakan metode *Belt transek* yang berguna dalam menunjukkan kondisi suatu spesies populasi tertentu yang memiliki ukuran relatif beragam atau maksimal. Membuat garis sepanjang 110 meter dengan sejajar dari garis pantai. Kuadran yang dibuat sebanyak 6 kuadran, berukuran 10x10 meter, disetiap kuadran terdapat 1 plot dengan ukuran 10x10 meter dan di dalamnya terdapat 5 sub plot dengan ukuran 2x2 meter untuk tumbuhan paku dimana jarak antar kuadran yaitu 10 meter.

G. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti, Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Suraida <i>et al</i> , 2013.	Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Hutan Kenali Kota Jambi.	Metode petak ganda dibuat 100 petak yang ukurannya 5m x 5m, setiap unit disarangkan	Terdapat 11 jenis paku terrestrial masuk ke dalam 8 suku. 5 spesies paku epifit termasuk ke

			<p>dengan 4 petak yang besar ukuran 50m x 50m</p>	<p>dalam 5 suku. Indeks Keanekaragaman pada spesies paku terestrial 0,609 pada paku epifit 0,539 tergolong rendah. INP tertinggi adalah <i>Stenochlaena palutris</i> (Blechnaceae) yaitu paku terestrial. 86,58%, diikuti oleh <i>Taenitis blechnoides</i>, <i>Lygodium circinatum</i>, <i>Gleichenia linearis</i>, <i>Nephrolepis falcata</i>, <i>Nephrolepis bisserata</i>, <i>Dryopteris sp</i>, <i>Pteris vittata</i>, <i>Dryopteris expansa</i>, <i>Lycopodium cernuum</i>, <i>Blechnum orientale</i>. Pada paku epifit yaitu <i>Drynaria</i></p>
--	--	--	---	--

				<p><i>sparsisora</i> (Polypodiaceae) 56,38% diikuti oleh <i>Elaphoglossum robinsonii</i>, <i>Vittaria angustifolia</i>, <i>Asplenium nidus</i>, dan <i>Davallia denticulata</i>.</p>
2.	Musriadi et al, 2017.	<p>Identifikasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Sebagai Bahan Ajar Botani Tumbuhan Rendah Di Kawasan Tahura Pocut Meurah Intan Kabupaten Aceh Besar.</p>	<p>Survey Lapangan adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini; analisis data dilakukan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan foto.</p>	<p>Terdapat 41 jenis termasuk ke dalam 19 suku. Terdapat 8 jenis suku Polypodiaceae dengan jenis terbanyak. Terdapat 9 jenis dimanfaatkan untuk tanaman hias yaitu <i>Asplenium pellucidum</i> Lam, <i>Dipteris conjugata</i> Reinw. 11 spesies dimanfaatkan untuk obat <i>Lecanopteris carnos</i>a (Reinw.) Blume., <i>Selaginella plana</i> (Desv.ex Poir)</p>

				<p><i>Hieron.</i>, 1 spesies untuk kerajinan <i>Gleichenia hispida</i> Mett.ex Kuhn. 5 spesies untuk bahan pangan yaitu <i>Pteris mertensioides</i> Willd, <i>Diplazium accendens</i> Blume.</p>
3.	Haryatin Nurul Afifah, 2018.	Identifikasi Tumbuhan Paku Di Kawasan Hutan Gunung Butak Sebagai Sumber Belajar Biologi	Penelitian deskriptif dengan metode cruise digunakan sebagai metode dalam pengambilan sampel. Adapun alat untuk mengukur faktor abiotik yang Altimeter, GPS, Hygrometer, Luxmeter, Soiltester.	<p>Terdapat 24 spesies tumbuhan paku masuk ke dalam 2 kelas. Terdapat 1 spesies kelas Lycopodinae dan 24 spesies kelas Filicinae. Diperoleh hasil yang beragam dari pengukuran faktor lingkungan (abiotik) Selain itu, ada paku yang memiliki morfologi daun yang berbeda untuk memungkinkan mereka beradaptasi dengan lingkungannya.</p>

				Hasil penelitian tersebut digunakan sebagai dasar pembuatan atlas tumbuhan paku.
--	--	--	--	--

H. Kerangka Pemikiran

Penelitian dilakukan untuk mengetahui jenis paku-pakuan terestrial di Kawasan Cagar Alam Pananjung Pangandaran terletak di pantai selatan Jawa Barat memiliki luas 497 Ha. yang merupakan salah satu ekosistem hutan hujan. Cagar Alam Pananjung Pangandaran berbentuk semenanjung pada bagian barat dan timur yang dikelilingi pantai dengan sedikit terpisah dari daratan utama Kabupaten Pangandaran, hal itu menjadikan suatu keunikan dari Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Dengan adanya keunikan tersebut, faktor lingkungan pantai yang cukup besar pada dataran rendah berpengaruh dalam keberadaan salah satu *flora* dan *fauna* (Ariska et al. 2015).

Lingkungan mempengaruhi kehidupan suatu organisme selama perkembangannya. Lingkungan yaitu gabungan dari banyak faktor yang berinteraksi satu sama lain secara tunggal, tak hanya faktor yang bersifat abiotik dan biotik, tetapi juga faktor biotik dan biotik. Maka dari itu, sulit dalam memisahkan satu faktor dengan faktor lain tanpa berdampak negatif pada kondisi keseluruhan (Syafei 1990, dalam Ratih 2002). Faktor lingkungan (abiotik) tersebut meliputi suhu dan kelembaban udara, intensitas cahaya, suhu tanah, kelembaban dan pH tanah.

Tumbuhan paku yang diteliti adalah jenis terestrial (hidup di permukaan tanah). Jenis-jenis tumbuhan paku yang terdapat di Kawasan Cagar Alam Pananjung Pangandaran Jawa Barat belum diketahui, maka dari itu dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan paku di kawasan tersebut dengan menggunakan metode deskriptif, sampel diambil dengan cara *belt transect*. Garis *transect* dibuat sepanjang 110 meter, kuadran yang dibuat sebanyak 6 kuadran, berukuran 10x10 meter, disetiap kuadran terdapat 1 plot dengan ukuran 10x10 meter yang berjumlah

6 plot dimana jarak antar kuadran yaitu 10 meter. Karena faktor lingkungan sangat berkorelasi dengan pertumbuhan tumbuhan, maka faktor-faktor tersebut berfungsi sebagai parameter penunjang dalam penelitian ini. Suhu dan kelembaban udara, intensitas cahaya, suhu tanah, kelembaban dan pH tanah adalah beberapa faktor lingkungan yang diidentifikasi. Setelah dilakukan penelitian akan diberikan informasi tentang jenis tumbuhan paku terestrial yang terdapat di Kawasan Cagar Alam Pananjung Pangandaran Jawa Barat. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang lebih detail dan menjadi titik awal untuk penelitian selanjutnya tentang jenis paku tumbuhan. Berikut ini merupakan kerangka pemikiran yang diuraikan yaitu:

