

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Deskripsi dan Klasifikasi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku atau *Pteridophyta* diambil dari bahasa Yunani, yaitu *pteron* yang berarti sayap atau bulu, serta *phyta* yang berarti tumbuhan. Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan jenis tumbuhan yang pada bagian pucuknya terdapat bulu dan memiliki daun muda yang melingkar berbentuk gulungan. Daunnya tersusun menyirip menyerupai sayap burung. Tumbuhan paku merupakan jenis tumbuhan dengan sistem pembuluh sederhana yang telah mengalami banyak evolusi. Hal ini ditandai dengan kemampuannya untuk bertahan hidup di kondisi kering melalui adaptasi pada dinding sporanya (Karimah, 2020). Tumbuhan paku termasuk dalam kelompok tumbuhan *Cormophyta* yang berkembang biak dengan spora dan mampu beradaptasi di berbagai jenis habitat, seperti epifit, terestrial, maupun akuatik. Tumbuhan paku dikenal sebagai *tracheophyta* penghasil spora, yakni kelompok tumbuhan berpembuluh yang berkembang biak menggunakan spora, namun telah memiliki sistem pembuluh angkut (xilem dan floem). Dengan adanya jaringan pengangkut ini, tumbuhan paku termasuk ke dalam kategori tumbuhan vaskular (Sofiyanti et al., 2020).

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) memiliki ciri khas sebagai salah satu divisi tumbuhan yang sudah memiliki kormus, yaitu struktur tubuh

yang jelas terbagi menjadi tiga bagian utama: akar, batang, dan daun. Alat utama untuk berkembang biak pada tumbuhan paku adalah spora. Secara umum, tumbuhan paku dapat dibagi ke dalam dua komponen utama, yaitu organ vegetatif yang meliputi akar, batang, rimpang, dan daun, serta organ generatif yang meliputi spora, sporangium, anteridium, dan arkegonium. Sporangium pada tumbuhan paku umumnya terletak di bagian bawah daun, membentuk gugusan berwarna cokelat atau hitam yang dikenal sebagai sorus. Letak sorus terhadap tulang daun menjadi karakter penting dalam menentukan klasifikasi tumbuhan paku (Yunita et al., 2021).



Gambar 2.1 Letak Sporangium *Pteridophyta*

Sumber: <https://www.pelajaran.co.id/ciri-ciri-perkembangbiakan-klasifikasi-dan-manfaat-tumbuhan-paku-pteridophyta/>

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan salah satu komponen keanekaragaman hayati yang berperan penting dalam ekosistem hutan. Fungsi ekologisnya meliputi sebagai penutup tanah yang membantu mencegah erosi, pencampur serasah untuk mendukung proses pembentukan hara tanah, serta sebagai produsen dalam rantai makanan. Selain itu, tumbuhan ini juga berkontribusi sebagai sumber plasma nutfah yang bernilai tinggi dengan potensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat-obatan (Prasani et al., 2021). Pemanfaatan ini berkaitan erat

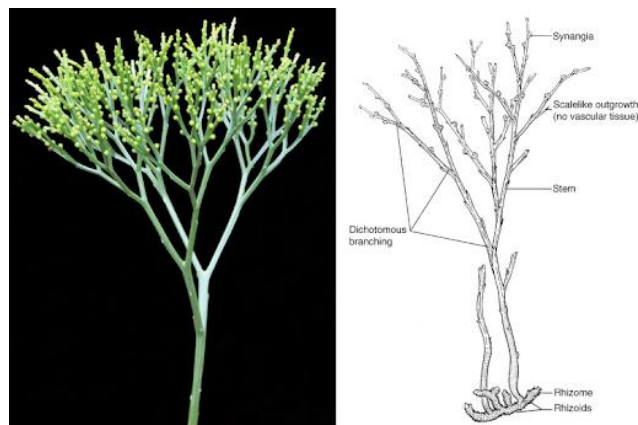
dengan keberadaan tumbuhan paku yang melimpah di ekosistem alami, khususnya di kawasan hutan yang lembap. Ketersediaannya yang meluas memungkinkan tumbuhan ini tidak hanya dimanfaatkan oleh manusia, tetapi juga berperan aktif dalam menjaga fungsi ekologis lingkungan sekitarnya. Penelitian menunjukkan bahwa serasah dari paku-pakuan berperan penting dalam meningkatkan kapasitas retensi air dan memperbaiki struktur lapisan organik tanah yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi siklus nutrisi dan kestabilan ekosistem hutan (Ulfah et al., 2023).

Tumbuhan paku terbagi menjadi empat kelas utama, yaitu: *Psilophytinae* (paku purba), *Lycopodiinae* (paku kawat atau paku rambut), *Equisetinae* (paku ekor kuda), dan *Filicinae* (paku sejati). Pembagian ini berdasarkan karakteristik morfologi dan struktur khas yang dimiliki oleh setiap kelompok (Yunita et al., 2021). Masing-masing kelompok tersebut menunjukkan adaptasi evolusioner yang berbeda sesuai dengan habitat dan fungsi biologisnya. Klasifikasi ini juga penting untuk memahami hubungan filogenetik antar spesies dalam divisi *Pteridophyta*. Menurut Septiana (2022), *Pteridophyta* terbagi ke dalam empat subdivisi, yaitu *Psilopsida* (dikenal sebagai paku purba), *Lycopsida* (paku kawat), *Sphenopsida* atau *Equisetosida* (paku ekor kuda), serta *Pteropsida* (paku sejati).

a. *Psilopsida* (Paku Purba)

Psilopsida (berasal dari bahasa Yunani, *psilos* yang berarti telanjang). Subdivisi ini umumnya berbentuk seperti rerumputan,

memiliki akar berupa rhizoid, dan belum memiliki daun, sehingga disebut dengan paku telanjang. Jika memiliki daun, bentuknya berupa mikrofil (Mauliza, 2016). Batang paku purba memiliki sporangium yang tersebar di sepanjangnya dan mengandung klorofil yang memungkinkan untuk proses fotosintesis. Sporofitnya hanya menghasilkan satu jenis spora (homospora), sementara gametofitnya menjalin simbiosis dengan jamur untuk mendapatkan nutrisi. Paku purba ini merupakan kelompok tumbuhan paku primitif yang sebagian besar spesiesnya telah mengalami kepunahan (Septiana, 2022). Contoh dari paku purba ini adalah *Psilotum* sp.



Gambar 2.2 *Psilotum* sp.

Sumber: <http://majalah1000guru.net/2019/11/psilotum-nudum-tumbuhan-purba-yang-terancam-punah/>

b. *Lycopsidea* (Paku Kawat)

Lycopsidea atau yang biasa disebut dengan paku kawat terdiri dari sekitar 1000 spesies tumbuhan paku yang sebagian besar berasal dari genus *Lycopodium* dan *Selaginella* (Septiana, 2022). Kelompok ini termasuk tumbuhan berpembuluh yang telah memiliki akar, batang, dan daun sejati meskipun ukurannya relatif kecil. Ciri khas lainnya adalah

daunnya yang berbentuk mikrofil, yaitu daun kecil dengan satu tulang daun tanpa percabangan. Tumbuhan paku jenis ini umumnya ditemukan di hutan-hutan wilayah tropis, tumbuh di permukaan tanah atau sebagai epifit pada kulit pohon, namun tidak bersifat parasit (Mauliza, 2016). Daun pada tumbuhan ini tersusun secara berhadapan, batangnya tumbuh tegak dengan sebagian batang berbaring, bercabang secara menggarpu, dan berwarna hijau. Akar muncul dari segmen batang yang tidak ditumbuhi daun, yang disebut sebagai pendukung akar. Daun juga memiliki pasangan ligula dan tersusun berhadapan. Sporangium berada di ketiak daun dan membentuk struktur menyerupai strobilus yang bentuknya mirip kerucut kayu (Septiana, 2022). Contohnya adalah *Lycopodium* dan *Selaginella*.



Gambar 2.3 *Lycopodium*

Sumber: <https://microbenotes.com/lycopodium-clubmoss/>



Gambar 2.4 *Selaginella*

Sumber: <https://plantlet.org/selaginella-tale-of-spikemosses/>

c. *Sphenopsida* atau *Equisetosida* (Paku Ekor Kuda)

Genus *Equisetum* tumbuh di tempat yang lembab di wilayah subtropis. Sebagian besar varietas paku ekor kuda tidak lagi ditemukan karena telah punah. Paku ekor kuda umumnya memiliki tinggi sekitar 1 meter. *Equisetum* memiliki batang yang beruas, dengan setiap ruasnya ditumbuhi daun kecil seperti sisik yang menyerupai ekor kuda, sehingga tumbuhan ini disebut paku ekor kuda. Jenis paku ini memiliki sporangium yang terdapat pada strobilus di ujung batang. Batangnya yang beruas, keras, dan berongga mengandung silika yang terkonsentrasi di batang. Contohnya adalah *Equisetum arvense* dan *Equisetum debile*.



Gambar 2.5 *Equisetum arvense*

Sumber: <https://www.infoflora.ch/en/flora/equisetum-arvense.html>



Gambar 2.6 *Equisetum debile*

Sumber: <https://www.shutterstock.com/id/image-photo/equisetum-debile-700481503>

d. *Pteropsida* (Paku Sejati)

Pteropsida (paku sejati) atau pakis adalah golongan tumbuhan paku yang umum ditemukan di berbagai habitat, terutama di lingkungan yang lembab. *Pteropsida* dapat hidup di tanah, air, atau sebagai epifit di pohon (Mauliza, 2016). Terdapat lebih dari 12.000 spesies dalam kelas *Filicinae*. Anggota kelompok ini memiliki daun yang besar dengan tulang daun yang bercabang. Ciri khas lainnya adalah daun muda yang menggulung (*circinnatus*) dan sorus yang terletak di bagian bawah daun. Batangnya bisa berupa rhizom yang tumbuh di dalam tanah atau batang yang tumbuh di atas permukaan tanah (Septiana, 2022). Struktur batang ini berperan penting dalam menyimpan cadangan makanan serta sebagai alat perbanyakan vegetatif yang memungkinkan tumbuhan bertahan di berbagai kondisi lingkungan. Contohnya antara lain *Alsophilla glauca*, *Gleichenia linearis*, *Adiantum cuneatum*, dan *Marsilea crenata* (Mauliza, 2016).



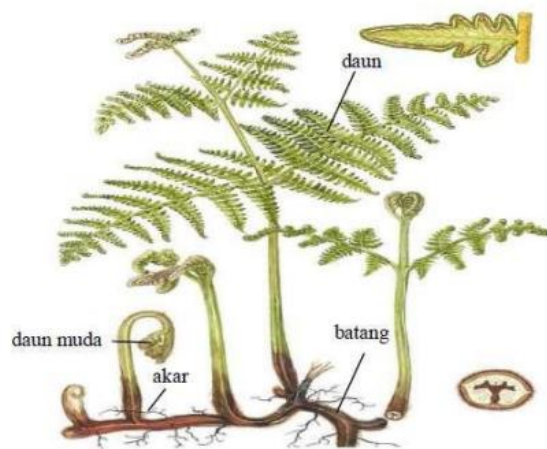
Gambar 2.7 *Adiantum cuneatum*

Sumber: <https://depositphotos.com/id/photos/adiantum-cuneatum.html>

2. Morfologi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Morfologi berasal dari gabungan kata *morphe* (bentuk) dan *logos* (ilmu), yang secara keseluruhan berarti ilmu yang mempelajari bentuk luar

mahluk hidup. Pada tumbuhan paku, terdapat variasi bentuk yang cukup beragam. Beberapa tumbuhan paku memiliki bentuk menyerupai pohon (paku pohon, umumnya tidak bercabang), namun sebagian besar berbentuk tera dengan rhizom yang bervariasi. Tumbuhan ini sering ditemukan mendominasi vegetasi di suatu lokasi, membentuk semak yang luas dan menghambat tumbuhan lainnya (Yin, 2021).



Gambar 2.8 Struktur Morfologi *Pteridophyta*
Sumber: (Waemayi, 2018)

Pteridophyta tergolong ke dalam jenis tumbuhan berspora yang memiliki tubuh nyata dan terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu akar (*radix*), batang (*caulis*), dan daun (*folium*) (Mentari, 2019). Adapun morfologi tumbuhan paku mulai dari akar, batang, dan daun yaitu sebagai berikut:

a) Morfologi Akar

Akar adalah bagian tumbuhan yang umumnya tumbuh di bawah permukaan tanah dengan arah pertumbuhannya menuju pusat bumi atau ke sumber air serta menjauhi cahaya (Mentari, 2019). Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh faktor internal seperti hormon

auksin serta faktor eksternal seperti kelembapan tanah dan gravitasi. Adaptasi akar terhadap lingkungan menjadikan struktur dan fungsinya beragam sesuai dengan jenis tumbuhan dan habitatnya. Akar berfungsi untuk menstabilkan tumbuhan dan menjaga keseimbangannya, mengabsorpsi air serta mineral dari dalam tanah, serta mengedarkan zat-zat tersebut menuju seluruh struktur tubuh tumbuhan (Rianawati, 2020). Perakaran pada tumbuhan paku berupa akar serabut yang biasanya terjadi karena akar pertama yang tumbuh tidak dominan, sehingga akar lainnya yang muncul dari batang akan mengikuti dan berkembang menjadi akar serabut.



Gambar 2.9 Morfologi Akar Tumbuhan Paku
Sumber: (Haq, 2017)

Morfologi akar terdiri dari rambut akar, batang, ujung akar, dan tudung akar. Bagian ujung akar berfungsi sebagai pusat tumbuhnya akar, yang terdiri dari jaringan meristem dengan sel-sel berdinding tipis dan aktif membelah diri. Ujung akar dilindungi oleh tudung akar (kaliptra). Rambut akar yang tumbuh pada akar ini berfungsi untuk menyerap air dan garam mineral yang terlarut (Yin, 2021).

b) Morfologi Batang

Batang tumbuhan paku memiliki pola percabangan dikotom, yang berarti setiap cabang akan membelah menjadi dua arah. Cabang-cabang yang baru tidak tumbuh dari ketiak daun, tetapi berasal langsung dari percabangan tersebut. Daun yang ada pada batang tumbuhan paku sangat banyak dan dapat terus berkembang selama periode waktu yang panjang (Febriyani et al., 2022). Batang tumbuhan paku umumnya halus, namun bisa juga dilengkapi dengan sisik atau rambut. Beberapa tumbuhan paku memiliki batang yang merayap, meskipun tingginya terbatas, dengan daun yang tersebar di sepanjang batang. Batang ini berfungsi untuk mengangkut mineral dan zat hara menuju daun (Waemayi, 2018).



Gambar 2.10 Batang Paku Simpai *Cibotium barometz* (*Polypodium barometz* L.)

Sumber: https://min.wikipedia.org/wiki/Paku_simpai

Pada fase gametofit, batang tumbuhan paku dikenal sebagai protalium yang berbentuk lembaran kecil dan berfungsi sebagai tempat fotosintesis. Sementara itu, pada fase sporofit, tumbuhan paku sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati, serta jaringan pembuluh angkut

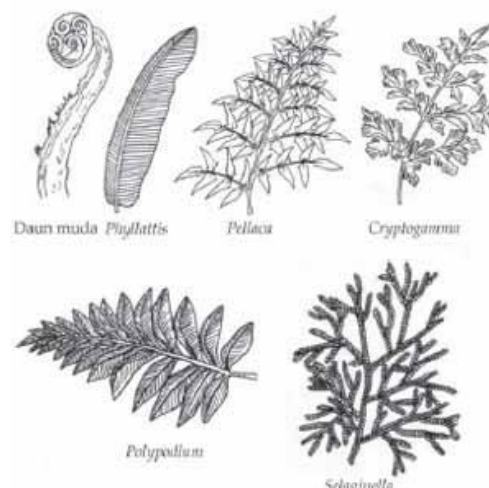
xilem. Namun, terdapat pula beberapa yang belum memiliki akar dan daun sejati. Ukuran batang tumbuhan paku beragam, mulai dari yang kecil hingga menyerupai pohon (Yin, 2021).

c) Morfologi Daun

Daun merupakan organ utama untuk fotosintesis pada mayoritas jenis tumbuhan. Biasanya, daun berbentuk tipis dan lebar serta berwarna hijau karena mengandung klorofil yaitu zat hijau daun. Daun memiliki peran penting bagi tumbuhan, yaitu sebagai tempat pengolahan zat makanan, proses respirasi, dan penguapan (Mentari, 2019). Daun muda pada tumbuhan paku sering kali berbentuk melingkar dan menggulung. Daun tumbuhan paku berkembang dari percabangan tulang daun yang dikenal sebagai *frond*, sedangkan seluruh daun yang terdapat pada satu tangkai disebut *pinna* (Waemayi, 2018).

Secara umum, tumbuhan paku memiliki daun yang terdiri atas dua bagian utama, yaitu tangkai dan helai daun. Helai daun pada tumbuhan ini kebanyakan berbentuk majemuk, meskipun beberapa spesies memiliki daun tunggal. Helai daun dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu daun fertil dan daun steril. Daun fertil biasanya memiliki spora yang menempel di bagian bawahnya, sedangkan daun steril tidak memiliki spora di bagian permukaan bawah daunnya (Agatha et al., 2019). Daun tumbuhan paku menunjukkan keragaman dalam bentuk, ukuran, dan susunannya. Berdasarkan ukurannya, daun

tumbuhan paku dibedakan menjadi mikrofil dan makrofil. Mikrofil merupakan daun kecil yang menyerupai rambut atau sisik, tidak memiliki tangkai dan tulang daun, serta belum menunjukkan perbedaan struktur seperti epidermis, mesofil, dan tulang daun. Sebaliknya, makrofil adalah daun besar dengan bagian yang sudah jelas, seperti tangkai daun dan daging daun yang terdiri dari jaringan tiang dan bunga karang. Daun makrofil umumnya memiliki stomata yang berfungsi dalam proses fotosintesis, transpirasi, respirasi, dan aktivitas lainnya (Yin, 2021).

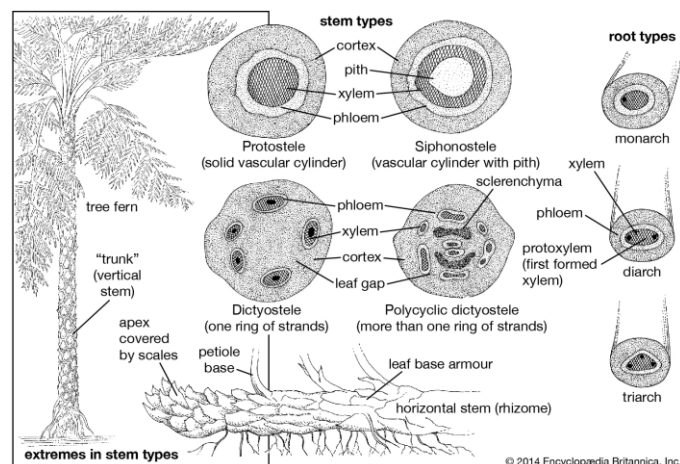


Gambar 2.11 Macam-Macam Bentuk Daun *Pteridophyta*
 Sumber: <https://www.siswapedia.com/tumbuhan-paku-atau-pteridophyta/>

3. Anatomi Batang Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Batang tumbuhan paku (*Pteridophyta*) memiliki struktur anatomi khas yang membedakannya dari tumbuhan lain. Batang paku dapat berupa batang tegak, merayap, atau bahkan rimpang (rhizome) yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan (Nurdiana, 2020). Struktur anatominya bervariasi tergantung pada spesiesnya, namun pada umumnya

terdiri dari tiga bagian utama, yaitu epidermis, korteks, dan stele (silinder pusat). Lapisan terluar batang yaitu epidermis berfungsi untuk melindungi batang dari pengaruh lingkungan. Di bawah lapisan epidermis terdapat korteks yang terbuat dari jaringan parenkim dengan peran utama sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Bagian terdalam batang, yaitu silinder pusat atau stele, mengandung jaringan pembuluh seperti xilem dan floem yang berperan dalam mengangkut air dan mineral, serta hasil fotosintesis.

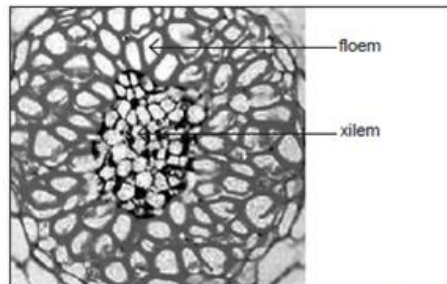


Gambar 2.12 Anatomi Batang *Pteridophyta*

Sumber: <https://www.britannica.com/plant/fern/Sexual-reproduction>

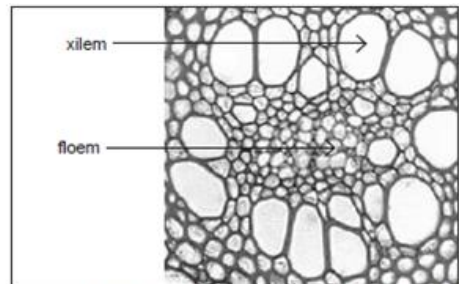
Berkas pengangkut yang terdapat pada silinder pusat bertipe konsentris, dimana xilem dan floem tersusun melingkar (Ulfa et al., 2023). Tipe konsentris ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu amfikribal dan amfivasal. Pada tipe amfikribal, floem mengelilingi xilem, yang umum ditemukan pada batang tumbuhan paku. Sedangkan pada tipe amfivasal, xilem mengelilingi floem, yang lebih jarang dijumpai pada tumbuhan paku (Saifullah, 2020). Kedua tipe pengangkut ini memungkinkan tumbuhan paku untuk mengoptimalkan transportasi air, mineral, dan hasil fotosintesis

ke seluruh bagian tubuhnya. Selain itu, struktur berkas pengangkut ini juga berperan penting dalam memberikan dukungan mekanis pada batang sehingga memungkinkan tumbuhan paku untuk hidup di berbagai jenis habitat, mulai dari lingkungan yang lembap hingga yang kering.



Sumber: Ensiklopedi Sains dan Kehidupan, 2003, Hal. 7.

Gambar 2.7 Amfikribal



Sumber: Ensiklopedi Sains dan Kehidupan, 2003, Hal. 7.

Gambar 2.8 Amfivasal.

Gambar 2.13 Berkas Pengangkut Tipe Konsentris

Sumber: <https://cpengertian.blogspot.com/2012/11/ikatan-pembuluh-konsentris.html>

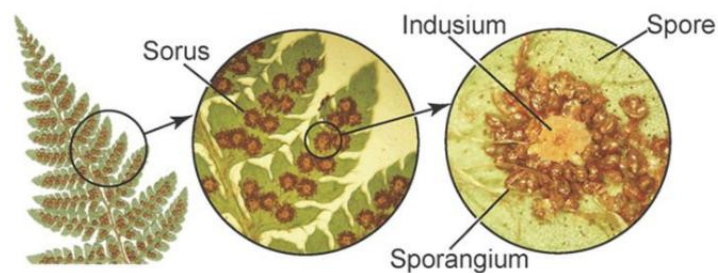
4. Sorus pada Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Sorus pada *Pteridophyta* adalah bagian penting dari alat perkembangbiakan yang berperan dalam proses regenerasi. Sorus merupakan bagian yang melindungi sporangium (kotak-kotak spora) pada tumbuhan paku hingga spora siap dilepaskan. Sebagai organ generatif (seksual), sorus adalah kumpulan sporangium yang mengandung anteridium penghasil sel spermatozoid dan arkegonium penghasil ovum. Kumpulan dari sorus ini dinamakan dengan sori. Keberadaan sorus menjadi salah satu karakter penting dalam klasifikasi tumbuhan paku, mencakup aspek seperti bentuk, lokasi, serta ada atau tidaknya lapisan pelindung yang disebut indisium (Mardiyah et al., 2016).

Sorus biasanya ditemukan di sisi bawah daun. Sorus muncul sebagai titik-titik hitam yang tampak menggumpal pada daun. Sorus yang

belum matang terlindungi oleh insidium (selaput sel) (Yin, 2021). Posisi dan struktur sorus pada beragam spesies paku bervariasi. Sorus memiliki berbagai bentuk dan dapat terletak di tepi atau dekat tepi daun, pada urat-urat daun, serta memiliki bentuk garis, memanjang, ataupun bulat (Mardiyah et al., 2016).

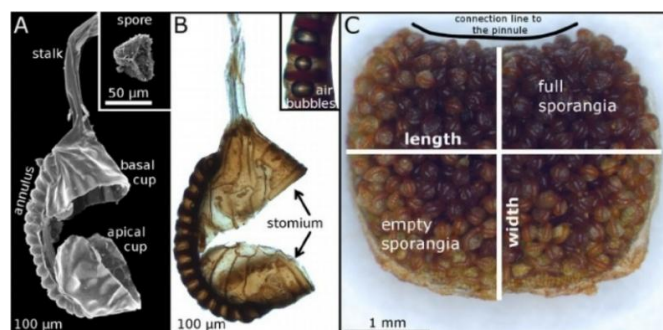
Daun tumbuhan paku tidak semuanya memiliki sorus. Daun yang dilengkapi dengan sorus disebut daun fertil atau sporofil, sedangkan daun tanpa sorus dikenal sebagai daun steril. Daun steril hanya mengandung klorofil dan berfungsi dalam proses fotosintesis, sehingga disebut juga daun tropofil.



Gambar 2.14 Letak Sorus *Pteridophyta*

Sumber:

<https://www.kompas.com/skola/read/2022/04/05/133436269/perbedaan-spora-sporangium-sorus-dan-indusium-pada-tumbuhan-paku>



Gambar 2.15 Bentuk Anatomi Sorus *Pteridophyta*

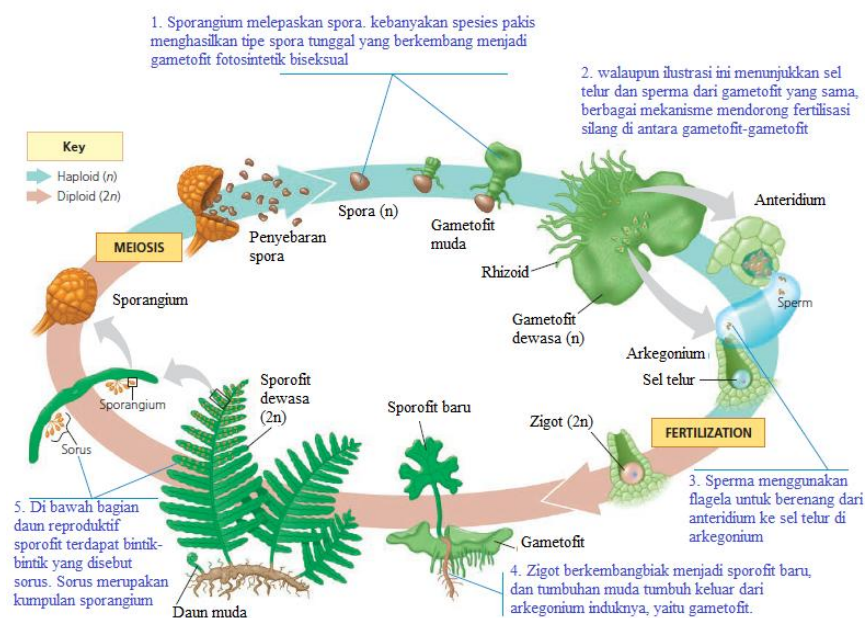
Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Leptosporangia-on-the-underside-of-a-false-indusium-of-A-peruvianum-A-Scanning_fig1_282661793

5. Siklus Hidup Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) merupakan kelompok tumbuhan berpembuluh yang berkembang biak melalui spora dan menunjukkan pola reproduksi khas berupa pergiliran keturunan (metagenesis). Metagenesis pada *Pteridophyta* ditandai dengan pergiliran dua fase kehidupan, yaitu fase gametofit dan fase sporofit yang masing-masing berkembang secara independen dan memiliki struktur serta fungsi yang berbeda. Fase gametofit pada tumbuhan paku hanya berkembang dalam waktu yang singkat, sedangkan fase sporofit berlangsung lebih lama dan dominan dalam siklus hidupnya (Parasaja et al., 2022).

Fase gametofit merupakan tahap haploid yang berasal dari spora hasil pembelahan meiosis. Spora yang jatuh di lingkungan lembap akan berkecambah menjadi protalium, yaitu struktur kecil autotrof berbentuk lembaran tipis yang memiliki rizoid sebagai alat perlekatan dan penyerap air serta mineral. Protalium menghasilkan gamet jantan (spermatozoid) di dalam anteridium dan gamet betina (ovum) di dalam arkegonium. Fertilisasi terjadi saat spermatozoid berenang menuju ovum dalam kondisi lembap, membentuk zigot diploid. Zigot ini berkembang menjadi embrio dan tumbuh menjadi tumbuhan paku dewasa yang merupakan fase sporofit. Fase sporofit bersifat diploid dan dominan secara morfologis, memiliki akar, batang, dan daun sejati. Sporofit menghasilkan spora melalui pembelahan meiosis di dalam sporangium yang terdapat pada sporofil dan tersusun dalam sorus. Spora tersebut kemudian dilepaskan ke lingkungan

dan kembali memulai fase gametofit, sehingga siklus hidupnya terus berulang (Nagajyothi et al., 2024).



Gambar 2.16 Siklus Hidup *Pteridophyta*

Sumber: <https://plantae10.wordpress.com/2020/01/23/pteridophyta-tumbuhan-paku/>

6. Deskripsi Air Terjun Srambang Park

Air Terjun Srambang Park merupakan kawasan wisata berbasis alam yang berlokasi di Desa Girimulyo, Kecamatan Jogorogo, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Kawasan wisata ini memanfaatkan lahan Perhutani KPH Lawu dengan luas sekitar 11 hektar. Air terjun dengan tinggi mencapai sekitar 40 meter ini berada di lereng Gunung Lawu, menjadikannya bagian dari wilayah dataran tinggi dengan suhu udara yang sejuk dan tingkat kelembapan yang tinggi. Kawasan Srambang Park dikelilingi oleh hutan tropis yang rimbun dengan keanekaragaman hayati yang tinggi serta memiliki aliran air yang bersih dan deras sehingga menciptakan panorama alam yang memukau.

Air Terjun Srambang Park memiliki berbagai fungsi yang mencakup aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Secara ekologis, air terjun ini berperan menjaga keseimbangan ekosistem dengan menyediakan habitat bagi flora dan fauna, serta sebagai sumber air yang mendukung siklus hidrologi di kawasan lereng Gunung Lawu. Srambang Park juga berfungsi sebagai destinasi wisata alam yang menawarkan keindahan dan suasana sejuk, sekaligus mendorong perekonomian lokal melalui kegiatan pariwisata. Tempat ini juga menjadi lokasi edukasi dan penelitian, terutama terkait ekosistem hutan tropis dan keanekaragaman hayati, serta berkontribusi pada pelestarian budaya lokal melalui legenda yang melekat di kawasan tersebut.



Gambar 2.17 Air Terjun Srambang Park
Sumber: Dokumentasi Pribadi

7. Sumber Belajar

Sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat membantu mempermudah proses pembelajaran dalam memperoleh pengetahuan, informasi, keterampilan, maupun pengalaman, baik secara langsung

maupun tidak langsung. Sumber belajar merupakan berbagai bentuk sumber yang bisa dimanfaatkan untuk membantu memperlancar proses belajar (Nurhasanah et al., 2022). Sumber belajar tidak hanya berasal dari buku teks, tetapi juga mencakup berbagai unsur yang dapat memberikan pengalaman belajar secara langsung maupun tidak langsung. Sumber belajar mencakup semua bentuk data, individu, metode, media, maupun lingkungan tempat pembelajaran berlangsung, yang dimanfaatkan peserta didik untuk mendukung dan mempermudah proses belajar (Samsinar, 2019). Berdasarkan uraian definisi sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sumber belajar mencakup berbagai hal seperti informasi, individu, materi, media, dan lingkungan yang dimanfaatkan oleh peserta didik untuk menunjang dan meningkatkan kualitas proses belajarnya. Dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar, proses pembelajaran dapat menjadi lebih variatif, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Pemilihan sumber belajar harus mempertimbangkan kesesuaian antara materi pembelajaran dan tujuan yang ingin dicapai. Sumber belajar sebaiknya mampu mendukung perkembangan siswa dan mengasah potensi mereka sebagai bekal keterampilan dalam kehidupan sehari-hari (Fadhilah et al., 2022). Sumber belajar yang baik memiliki kemampuan untuk menggugah minat dan rasa ingin tahu seseorang, serta dapat mengeksplorasi pengetahuan secara lebih dalam. Sumber belajar dapat diperoleh darimana saja, salah satunya melalui pemanfaatan langsung

sumber daya alam di lingkungan sekitar yang mendukung pembelajaran kontekstual (Irmeilyana et al., 2020).

Beragam potensi lokal dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran biologi untuk mendorong peserta didik mengembangkan pemahaman biologi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Potensi lokal di lingkungan sekitar dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar karena memiliki keterkaitan yang erat dengan materi pembelajaran sains (Azizi et al., 2022). Pemanfaatan potensi lokal juga memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, sehingga peserta didik lebih mudah memahami konsep-konsep abstrak dalam sains. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahmi et al., (2023) salah satu manfaat positif dari penerapan potensi lokal dalam pembelajaran adalah dapat melatih keterampilan berpikir kritis, khususnya pada indikator berikut ini, yaitu merumuskan permasalahan, menyampaikan argumen, melakukan deduksi, induksi, pengambilan keputusan, serta pelaksanaannya. Oleh karena itu, mengintegrasikan pembelajaran dengan kearifan atau potensi lokal memberikan dampak positif terhadap pemahaman serta sikap peserta didik.

Seiring dengan kemajuan zaman, teknologi juga berperan penting dalam memperluas akses terhadap sumber belajar yang mendukung proses pembelajaran. Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih beragam, mendukung kelancaran pengajaran, dan memperluas jangkauan peserta didik terhadap berbagai sumber belajar (Baroroh et al., 2024). Pemanfaatan

teknologi dalam dunia pendidikan telah menghasilkan berbagai bentuk sumber belajar digital, seperti *e-book*, video pembelajaran, aplikasi edukatif, media interaktif, dan platform pembelajaran daring lainnya. Kemudahan teknologi memungkinkan peserta didik untuk memperoleh sumber belajar langsung dari internet tanpa perlu membeli buku di toko (Manongga, 2021). Dengan demikian, teknologi menjadi salah satu elemen penting dalam memperkaya sumber belajar dan menyesuaikan proses pembelajaran dengan perkembangan zaman serta kebutuhan peserta didik di era digital.

8. *E-Booklet*

Booklet merupakan salah satu media cetak yang berfungsi dalam menyampaikan suatu informasi kepada pembaca, dengan tujuan agar pesan yang disampaikan dapat dipahami dan diikuti. Secara umum, *booklet* adalah media publikasi yang memuat beberapa halaman, tetapi tidak setebal sebuah buku (Fajar & Febriana, 2024). Media ini sering digunakan dalam pendidikan karena bentuknya ringkas, mudah dibawa, dan memungkinkan penyajian materi secara sistematis dalam ruang terbatas. Isi *booklet* harus disusun secara jelas, padat, mudah dipahami, dan akan lebih menarik jika dilengkapi dengan ilustrasi atau gambar pendukung (Yusuf et al., 2023). *Booklet* dapat berisi diagram, gambar, maupun suatu informasi yang menarik untuk memudahkan pembaca dalam memahami objek bahasan yang disampaikan. Selain itu, *booklet* juga berperan untuk sumber belajar dalam memperluas pengetahuan (Winda et al., 2022).

Booklet terdiri dari empat elemen utama, yaitu sampul, bagian depan, bagian isi materi, dan bagian belakang. Keempat elemen ini dirancang secara terpadu sehingga menghasilkan *booklet* sebagai bahan publikasi yang lengkap dan sistematis. Kelengkapan elemen-elemen tersebut menghadirkan *booklet* yang berkualitas sebagai sarana belajar yang efektif. Penggunaan *booklet* dalam proses pembelajaran diharapkan dapat menciptakan suasana belajar yang interaktif, produktif, dan inspiratif, serta meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi (Pratiwi et al., 2022). Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, penyesuaian dalam pengembangan materi atau sumber pengetahuan menjadi hal yang penting. Penggunaan *booklet* digital atau yang sering disebut *e-booklet*, hadir sebagai alternatif pembelajaran yang praktis, relevan, dan selaras dengan tuntutan zaman.

E-booklet adalah salah satu bentuk media pembelajaran elektronik atau *e-learning*. *E-booklet* sebagai sarana pembelajaran adalah hasil transformasi dari *booklet* cetak menjadi *booklet* digital atau elektronik yang dibuat dengan memanfaatkan berbagai aplikasi perangkat lunak serta perangkat keras yang kompatibel (Sarip et al., 2022). Perubahan bentuk ini tidak hanya memudahkan distribusi dan akses, tetapi juga memungkinkan integrasi elemen multimedia seperti gambar, animasi, dan tautan interaktif untuk meningkatkan keterlibatan belajar. Menurut Setiawan & Wardhani, (2018), *e-booklet* berfungsi sebagai sarana pembelajaran yang fleksibel, sehingga dapat dimanfaatkan dalam aktivitas pembelajaran di berbagai

lingkungan, baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Secara umum, *e-booklet* mirip dengan *e-book*, tetapi berbeda dalam ukuran media yang digunakan. *E-booklet* memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan *e-book*, meskipun fungsinya pada media interaktif tetap serupa. Menurut Kandela (dalam Sinaga et al., 2023) salah satu keunggulan *e-booklet* dalam pembelajaran adalah membantu siswa lebih mudah memahami konsep atau fakta yang disampaikan. Media ini dirancang agar peserta didik dapat menggunakannya dengan mudah selama proses belajar. Dengan sifatnya yang informatif dan desain yang menarik, *e-booklet* mampu membangkitkan rasa ingin tahu, sehingga siswa dapat menyerap materi pembelajaran dengan lebih efektif.

Pembelajaran saat ini telah beralih ke pembelajaran berbasis digital, dimana perangkat elektronik seperti komputer, laptop, dan smartphone memiliki peran penting dalam mendukung proses belajar. Di era digital ini, smartphone sudah menjadi hal yang umum di kalangan masyarakat dan siswa. Dengan kemajuan teknologi, siswa dapat dengan mudah mengakses materi pembelajaran melalui internet untuk memperluas wawasan dan meningkatkan efisiensi dalam belajar. Penyusunan *e-booklet* bertujuan untuk membantu siswa lebih memahami materi secara efektif.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya, salah satunya adalah penelitian oleh Sari et al. (2022) yang berjudul "*Penyusunan*

Ensiklopedia Berbasis Identifikasi Morfologi dan Anatomi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Jalur Pendakian Gunung Lawu Via Cemoro Kandang". Penelitian tersebut menemukan keberadaan 18 spesies tumbuhan paku di jalur pendakian Gunung Lawu melalui Cemoro Kandang. Dari jumlah tersebut, 7 spesies adalah paku epifit, yaitu *Davallia denticulata* (Burm.) Mett. *Belviacia revoluta* (Bl.) Copel. *Phymatodes scolopendria* (Burm.) Ching. *Asplenium adiantoides* (L) C. Chr. *Elaphoglossum tonduzii* Christ. *Crypsinus enervis* (Cav.) Copel. *Vittaria elongata* Sw, sementara 11 spesies lainnya adalah paku terestrial, yaitu *Polystichum aculeatum* (L) Roth ex Mert. *Dennstaedtia punctilobula* (Michx.) T. Moore. *Chingia sakayensis* (Zeiler) Holtt. *Adiantum pedatum*. *Pteridium aquilinum* (L). Kunze. *Gleichenia linearis* (Burm.) Clarke. *Athyrium asperum* (Bl.) Milde. *Pteris muricella* Fee. *Cyathea sp. Blennium orientale* L. *Hypolepis brooksiae* v.A.v.R.

Hasil identifikasi anatomi menunjukkan bahwa jaringan pengangkut pada batang dan tangkai daun paku epifit maupun terestrial memiliki tipe konsentris amfikibral. Selain itu, akar pada kedua jenis tumbuhan paku bertipe radial dan spora menunjukkan kemiripan antarspesies yang diamati dalam penelitian tersebut. Temuan ini memberikan informasi penting mengenai keragaman tumbuhan paku, baik secara morfologi maupun anatomi, yang berguna dalam penyusunan materi edukasi terkait *Pteridophyta*.

Penelitian kedua yang dijadikan referensi dalam studi ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih et al. (2023) dengan judul berjudul "Studi Kelimpahan Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) Di Kawasan

Wisata Air Terjun Desa Riamau”. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ditemukan 8 spesies tumbuhan paku dari 6 famili. Di kawasan Air Terjun Riamau, ditemukan 8 jenis tumbuhan paku, yaitu *Andiatum peruvianum* (paku suplir), *Drynaria quercifolia* (paku kepala tupai), *Pteris vittata* (pakis rem cina), *Parablechnum minus* (blecnum minus), *Nephrolepis cordifolia* (paku sepat), *Polypodiopsida* (paku sejati), *Dryopteris intermedia* (pakis kayu cemara), dan *Pteridium aquilinum* (pakis elang). Spesies yang paling banyak ditemukan adalah *Andiatum peruvianum*.

Selain penelitian yang telah disebutkan, referensi ketiga yang berkaitan dengan penelitian ini adalah jurnal berjudul “Analisis Keanekaragaman dan Kelimpahan Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) di Kawasan Air Terjun Lider Banyuwangi”. Penelitian tersebut ditulis oleh Ferdiana & Rizka (2024) dengan hasil penelitian bahwa ditemukan tumbuhan paku yang termasuk dalam 2 ordo, 7 famili, dan 12 spesies yang ditemukan di 3 lokasi, yaitu setapak, sungai, dan tebing. Ordo yang paling banyak ditemukan adalah ordo Polypodiales.

Adapun penelitian keempat yang menjadi referensi untuk penelitian ini yaitu jurnal yang berjudul “Keanekaragaman Jenis Paku-Pakuan (*Pteridophyta*) di Coban Putri Kota Batu Beserta Potensi Kebermanfaatannya” yang diteliti oleh Aulia et al. (2024) dengan hasil penelitiannya yang memaparkan bahwa tumbuhan paku yang teridentifikasi terdiri dari 6 spesies terrestrial, yaitu *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw., *Microlepia speluncae* (L.) T. Moore, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Adiantum concinnum* Humb. &

Bonpl. ex Willd., *Pteris biaurita* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, dan *Dryopteris oreades* Fomin. Paling banyak ditemukan adalah spesies *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Pteris biaurita* L., dan *Adiantum concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., masing-masing memiliki lebih dari 10 individu spesimen. Sedangkan yang paling sedikit ditemukan yaitu spesies *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw., *Microlepia speluncae* (L.) T., dan *Dryopteris oreades* Fomin dengan jumlah kurang dari 10 individu spesimen.

Selanjutnya, penelitian yang menjadi acuan kelima untuk penelitian ini adalah penelitian yang berjudul “Identifikasi Keanekaragaman *Pteridophyta* di Kawasan Wisata Curug Lawe Secepat Kendal” yang diteliti oleh Anggraini et al. (2023) dengan hasil bahwa ditemukan 11 spesies *Pteridophyta*, yaitu *Lygodium palmatum*, *Lygodium circinatum*, *Dryopteris scotii*, *Adiantum raddianum*, *Mickelopteris cordata*, *Pteris ensiformis*, *Pteris biaurita*, *Pteris vittata*, *Drynaria quercifolia*, *Platyserium bifurcatum*, dan *Microsorium scolopendria*. Spesies yang ditemukan tersebut terdiri dari 2 famili yaitu Schizaeaceae dan Polypodiaceae. Polypodiaceae merupakan famili yang banyak ditemukan dari penelitian tersebut.

C. Kerangka Berpikir

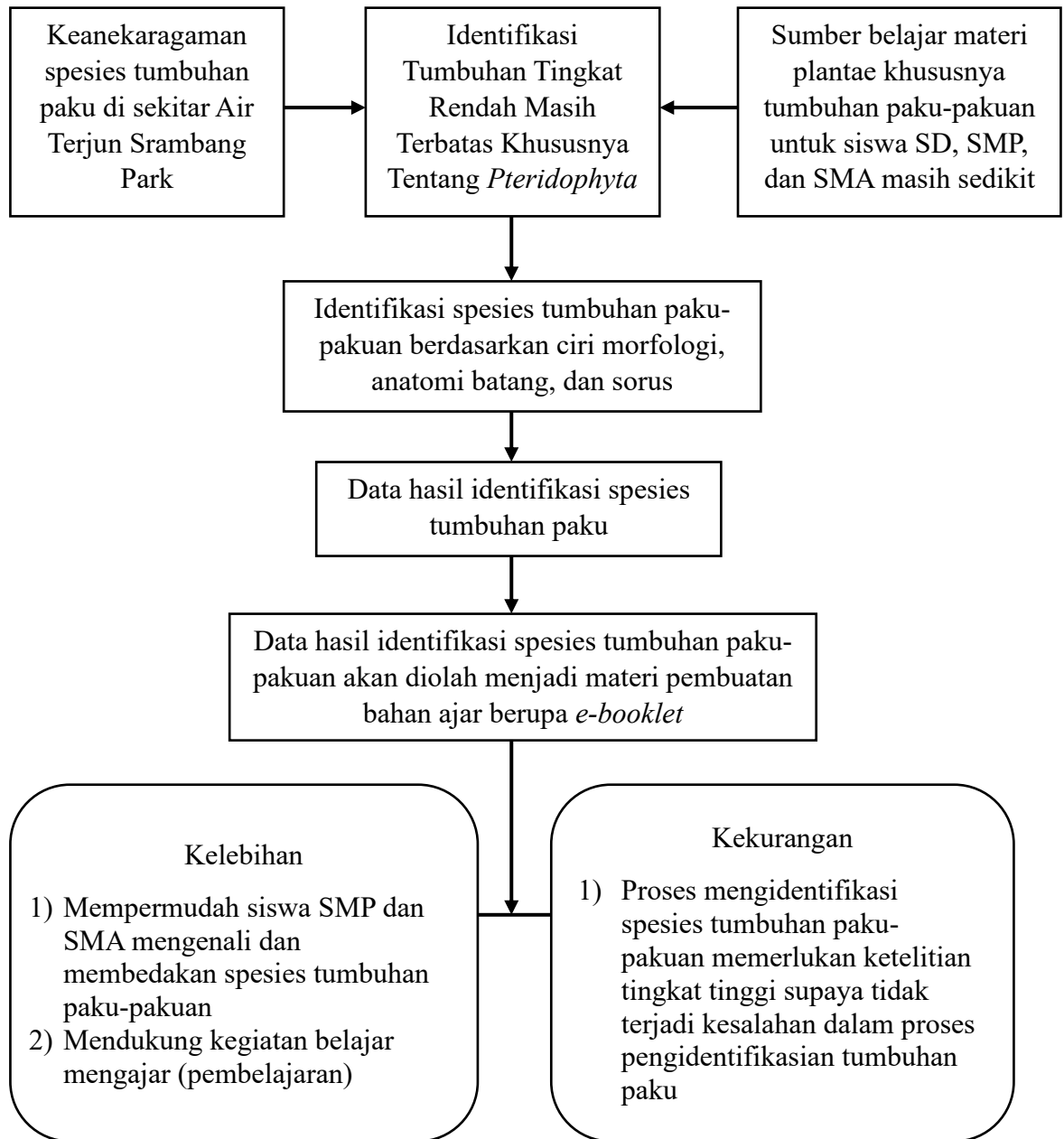
Identifikasi mengenai tumbuhan paku di lokasi tertentu memang sering dilakukan dan bahkan kerap menjadi objek penelitian. Namun, jenis tumbuhan ini memiliki berbagai manfaat yang penting diketahui oleh banyak orang. Secara umum, tumbuhan paku mudah dimanfaatkan jika dikelola

dengan baik, misalnya dengan menggunakannya untuk pembuatan produk pendidikan seperti *booklet*, ensiklopedia, dan modul pembelajaran.

Jika ditinjau lebih mendalam, siswa pada umumnya masih kesulitan membedakan keempat divisi tumbuhan paku. Mereka cenderung menganggap bahwa semua tumbuhan paku adalah pakis. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan siswa tentang *Pteridophyta* masih sangat terbatas, ditambah lagi dengan kurangnya sumber belajar, seperti buku.

Sumber referensi mengenai ciri morfologi, anatomi batang, dan sorus tumbuhan paku masih sangat terbatas dan belum banyak tersedia. Padahal melakukan penelitian terkait tumbuhan paku sebenarnya cukup mudah. Di kawasan Air Terjun Srambang Park, misalnya pemanfaatan tumbuhan paku untuk penelitian masih sangat minim, meskipun kawasan tersebut memiliki banyak jenis tumbuhan paku yang potensial sebagai bahan penelitian.

Untuk memberikan kejelasan dalam penelitian ini, kerangka berpikir yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.18 Skema Kerangka Berpikir