

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Indonesia

Menurut pusat data dan informasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2016, Indonesia merupakan Negara dengan tingkat keanekaragaman hayati tinggi ke-3 di dunia. Salah satunya yaitu tumbuhan paku (Pteridophyta). Tumbuhan paku banyak tersebar dari daerah tropis maupun daerah sub tropis, terutama tempat-tempat yang lembab (Soesilo, 1986).

Indonesia sendiri memiliki luas wilayah sekitar 750 juta hektar, terdapat sekitar 20.000 jenis hewan dan sekitar 18.000 jenis tumbuhan yang hidup di dalamnya. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu negara tropis karena terletak di wilayah ekuator. Oleh sebab itu, dengan wilayah geografis yang strategis Indonesia memiliki keanekaragaman hayati tumbuhan yang tinggi. Salah satunya adalah tumbuhan paku. Tumbuhan paku yang masih ada saat ini diperkirakan mencapai 10.000 jenis, dimana 3.000 jenis diantaranya tumbuh di Indonesia. (Hotmatama Hasibuan, et all 2016 : 46).

Sedangkan menurut Sandy (2016) total tumbuhan paku yang hampir diketahui di dunia terdapat 10.000 jenis dan sekitar 1.300 jenis tumbuh di Indonesia. Tumbuhan paku dapat ditemukan dengan jenis

yang beranekaragam di beberapa lingkungan yang sesuai dengan habitat tumbuhan paku. Begitupula dengan data dari LBN-LIPI (1980), bahwa diperkirakan di seluruh dunia terdapat 2 jutaan spesies tumbuhan yang telah dikenali dan 60 % dari jumlah tersebut terdapat di Indonesia. Indonesia memiliki jumlah Pteridophyta yang melimpah karena Indonesia memiliki iklim yang mendukung pertumbuhan Pteridophyta yaitu tropika. Di hutan tropika Pteridophyta menempati habitat yang ternaungi seperti *epifit* pada pepohonan atau pada dasar lantai hutan yang lembab. Jumlah spesies tumbuhan paku di dunia diperkirakan ada 10.000 spesies, dan sekitar 22% atau 2.197 spesies terdapat di Indonesia. Sedangkan di pulau Jawa ditemukan sekitar 515 spesies (Holtum, 1968); (Wahyuningsih *et al*, 2016). Pteridophyta tersebar sebanyak 450 spesies di Jawa Barat, 333 spesies di Jawa Tengah, dan 319 spesies di Jawa Timur (Jamsuri, 2007).

Pteridophyta dalam keanekaragaman hayati merupakan kelompok penting untuk memahami keanekaragaman hayati karena mereka tersebar luas dan menempati berbagai habitat. Menurut Kessler dan Lehnert (2009) dalam Nitta dan Ebihara (2019) Kessler membandingkan komunitas pakis di lereng pegunungan dengan tumbuhan paku di punggung bukit dan menemukan bahwa punggung bukit cenderung memiliki kumpulan yang lebih terspesialisasi daripada spesies yang ada di lereng.

Tumbuhan paku merupakan satu vegetasi yang pada umumnya lebih beragam pada daerah dataran tinggi dibandingkan dataran rendah. Pola penyebaran tumbuhan ini tergantung dari faktor lingkungan. Faktor lingkungan seperti suhu udara, cahaya, kelembaban serta udara dan tanah (Katili, 2013).

2. Tumbuhan Paku (Pteridophyta)

Salah satu habitat tumbuhan paku adalah menempel pada pepohonan (epifit). Epifit merupakan salah satu kelompok tumbuhan penyusun komunitas hutanyang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Keberadaan epifit sangat penting dalam ekosistem hutan karena kadangkala tumbuhan epifit mampu menyediakan tempat tumbuh bagi semut-semut pohon (Febriliani *et al*, 2013 ; Indriyanto, 2008). Sebagai tumbuhan epifit, Pteridophyta yang hidupnya menumpang di pohon lain dianggap mengganggu tanaman tersebut, namun pada dasarnya tumbuhan paku epifit juga berperan terhadap kehidupan bagi manusia dan lingkungan, salah satu manfaat tumbuhan paku bisa dijadikan tanaman hias, obat-obatan dan sebagai pelindung permukaan tanah (Rismunandar dan Ekowati, 1991).

Menurut Tjitrosoepomo (2005) Pteridophyta atau tumbuhan paku sejati adalah divisio yang semua anggota tubuhnya dapat dibedakan menjadi akar (*radix*), batang (*caulis*) dan daun (*folium*) yang sudah jelas. Sehingga disebut memiliki sistem pembuluh sejati (kormus). Akan tetapi tumbuhan paku tidak menghasilkan biji untuk reproduksinya. Tumbuhan

paku menggunakan spora sebagai alat perkembangan generatifnya yang terdapat di permukaan bawah daunnya. Ciri khas yang dimiliki tumbuhan ini khususnya pteridophyta (paku sejati) adalah daun menggulung atau disebut dengan circinnatus. Selain itu, pteridophyta memiliki daun yang berukuran besar (megafil). Sehingga karakteristik tersebut yang membedakan antara pteridophyta dengan equisetophyta dan polypodiophyta.

Tumbuhan paku diklasifikasikan berdasarkan perbedaan morfologi tumbuhan paku dibagi menjadi 4 golongan, yaitu Psilophyta (paku kawat, paku ekor kuda, dan paku telanjang), Lycophyta (paku kawat dan paku rambat), Equisetophyta keanekaragaman jenis ini menunjukkan seluruh variasi yang terdapat makhluk hidup antar jenis (interspecies) dalam satu marga (Khamalia *et all*, 2018).

Psilophyta merupakan tumbuhan paku purba yang masih hidup saat ini diperkirakan hanya tinggal 10 spesies sampai 13 spesies dari dua genus. Paku purba yang memiliki daun pada umumnya berukuran kecil (mikrofil) dan berbentuk sisik serta tidak memiliki pembuluh pengangkut. Batang paku purba mengandung klorofil sehingga dapat melakukan fotosintesis. Cabang batang mengandung mikrofil dan sekumpulan sporangium yang terdapat di sepanjang cabang batang. Sporofil paku purba menghasilkan satu jenis spora (homospora). Gametofitnya tidak memiliki klorofil dan mengandung anteridium dan arkegonium. Gametofit paku purba bersimbiosis dengan jamur untuk

memperoleh nutrisi. Contoh tumbuhan paku purba yaitu paku purba tidak berdaun (*Rhynia*) dan paku purba berdaun kecil (*Psilotum*) (Rudyarti, 2008).

Lycophyta, paku kawat mencakup 1.000 spesies tumbuhan paku, terutama dari genus *Lycopodium* dan *Selaginella*. Paku kawat banyak tumbuh di hutan-hutan daerah tropis dan subtropis. Equisetophyta, paku ekor kuda saat ini hanya tinggal sekitar 25 spesies dari satu genus, yaitu *Equisetum*. Paku kawat menempel di pohon atau hidup bebas di tanah. Anggota paku kawat memiliki akar, batang, dan daun sejati. Daun tumbuhan paku kawat berukuran kecil dan tersusun rapat. Sporangium terdapat pada sporofil yang tersusun membentuk strobilus pada ujung batang. Strobilus berbentuk kerucut seperti konus pada pinus. Oleh karena itu paku kawat disebut juga pinus tanah. Pada paku rane (*Selaginella*) sporangium terdiri dari dua jenis, yaitu mikrosporangium dan megasporangium. Gametofit paku kawat berukuran kecil dan tidak berklorofil. Gametofit memperoleh makanan dari jamur yang bersimbiosis dengannya. Gametofit paku kawat ada yang uniseksual (Rudyarti, 2008).

Pteridophyta, paku sejati mencakup jenis tumbuhan paku yang paling sering kita lihat.. Paku sejati diperkirakan berjumlah 12.000. Jenis paku yang termasuk paku sejati yaitu semanggi (*Marsilea crenata*), paku tanduk rusa (*Platynerium bifurcatum*), paku sarang burung (*Asplenium*

nidus), suplir (*Adiantum cuneatum*), paku sawah (*Azolla pinnata*), dan *Dicksonia antarctica*. (Rudyarti, 2008).

Lycopodiophyta dibagi menjadi satu kelas yaitu lycopodiopsida, tiga ordo yaitu isoetales, lycopodiales, dan selaginellales. Serta terbagi dalam 3 kelas yaitu isoetaceae, lycopodiaceae, selaginellaceae.

Perkembangbiakan tumbuhan paku (pteropsida) dapat dilihat dari daur hidup atau metagenesis tumbuhan paku. Daur hidup tumbuhan paku mengenal pergiliran keturunan, yang terdiri dari dua fase utama yaitu gametofit dan sporofit. Pteropsida (paku sejati) yang mudah kita lihat merupakan bentuk fase sporofit karena menghasilkan spora. Bentuk generasi fase gametofit dinamakan protalus (prothallus) atau protalium (prothallium), yang berwujud tumbuhan kecil berupa lembaran berwarna hijau, mirip lumut hati, tidak berakar (tetapi memiliki rizoid sebagai penggantinya), tidak berbatang, tidak berdaun. Prothallium tumbuh dari spora yang jatuh ditempat yang lembab.

Tumbuhan Paku khususnya kelompok pteropsida (paku sejati) juga memiliki beberapa bagian utama, yaitu rimpang, akar, daun mejemuk, sporangia, dan spora. Struktur inilah yang akan menjadi dasar pengelompokan ke dalam beberapa kelompok (Suhono, 2012). Selain itu, pengelompokan tumbuhan paku juga dibedakan berdasarkan habitus dan cara hidupnya. Sehingga keanekaragaman tumbuhan paku sangat heterogen diberbagai daerah. Menurut buku yang diterbitkan oleh Balai Penelitian Kehutanan Manado (2009) berdasarkan habitusnya ada jenis-

jenis tumbuhan paku yang sangat kecil dengan daun-daun yang kecil dan memiliki struktur sederhana, ada pula yang besar dengan ukuran daun yang dapat mencapai dua meter atau lebih dengan struktur yang rumit. Sedangkan berdasarkan cara hidupnya ada jenis-jenis paku yang hidup di atas tanah (terestial), ada yang hidupnya menumpang pada tumbuhan lain (epifit), dan ada paku air (higrofit).

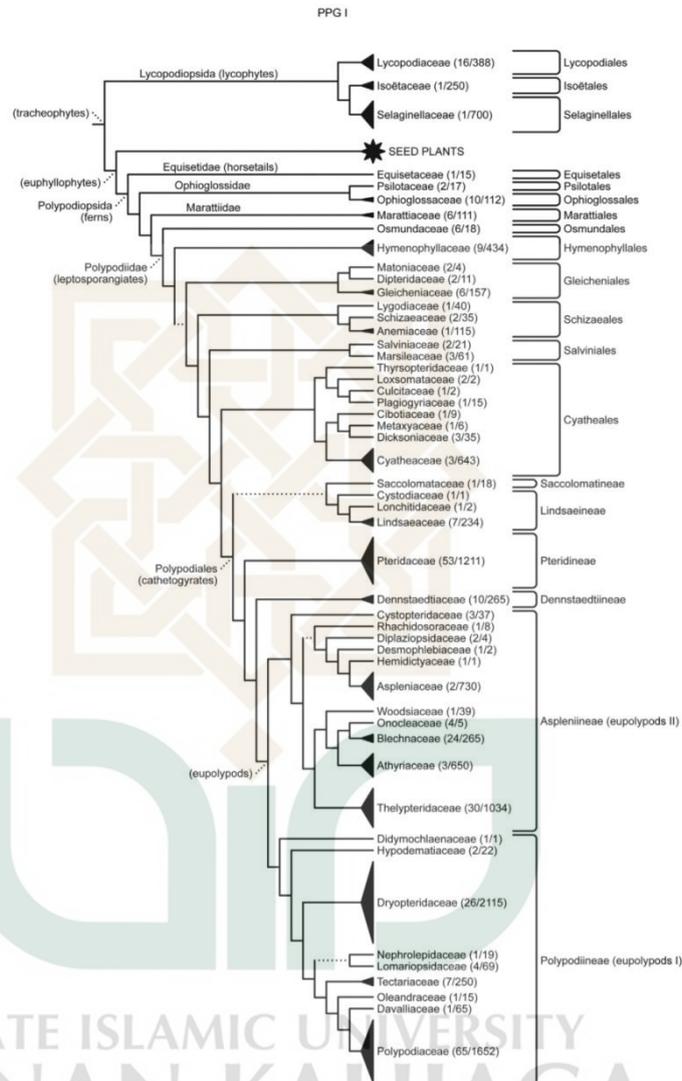
Cara untuk mengenal tumbuhan paku kelompok pteriopsida (paku sejati) yaitu umumnya dicirikan oleh pertumbuhan pucuknya yang melingkar. Disamping itu pada permukaan bawah daunnya ada bintik-bintik yang kadang-kadang tumbuh teratur dalam barisannya, menggerombol dan tersebar. Bintik-bintik itu adalah kotak spora yang dikenal dengan istilah sporangium. (Putri, 2018).

Sedangkan pengelompokan Pteridophyta menurut Smith *et al* (2006) tumbuhan paku dikelompokkan dalam 4 kelas (Polypodiopsida, Marattiopsida, Equisetopsida, Psilotopsida), 11 ordo, dan 37 famili. Akan tetapi menurut J. Syst Evol (2016) secara keseluruhan PPG I (*Pteridophyta Phylogeny Group*) memiliki jumlah spesies sekitar 11.916 spesies dalam 337 marga, 51 famili, 14 ordo, dan 2 kelas yaitu Polypodiopsida dan Lycopodiopsida. Kelas **Lycopodiopsida** terdiri dari 3 ordo, 3 famili, 18 genus, dan diperkirakan 1.388 spesies. Lycopodiales (1 famili yaitu Lycopodiaceae). Isoetales (1 famili yaitu Isoetaceae). Selaginellales (1 famili yaitu Selaginellaceae).

Kelas Polypodiopsida terdiri 4 subkelas (Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae, Polypodiidae), 11 ordo, 48 famili, 319 genera dan diperkirakan 10.578 spesies. **Equisetidae**, ordo ini terdiri dari 1 famili (Equisetaceae), 1 genus (Equisetum), dan 15 spesies. **Ophioglossidae** terdiri dari 2 ordo (Psilotales dan Ophioglossales), 2 famili (Psilotaceae dan Ophioglossaceae), 12 genus dan diperkirakan 129 spesies. **Marattiidae** terdiri dari 1 ordo (Marattiales), 1 famili (Marattiaceae), 6 genus (Angiopteris, Christensenia, Danaea, Eupodium, Marattia, dan Ptisana) dan diperkirakan terdapat 111 spesies. **Polypodiidae** terdiri dari 7 ordo (Osmundales, Hymenophyllales, Gleicheniales, Schizaeales, Salviniiales, Cyatheales, dan Polypodiales), 44 famili, 300 genus, dan diperkirakan terdapat 10.323 spesies.

Klasifikasi PPG I setuju dengan Ruggiero *et al* (2015) dalam mengenali 4 sub kelas dalam tumbuhan paku. Sub kelas tersebut antara lain Equisetidae, Ophioglossidae, Marattiidae, dan Polypodiidae. Sedangkan hal ini berbeda dengan Smith (2006) yang menyatakan bahwa 4 garis keturunan utama pakis diakui sebagai kelas yaitu Polypodiopsida, Marattiopsida, Equisetopsida, Psilotopsida.

Filogeni tumbuhan paku dijelaskan dalam gambar berikut :



Gambar 1. PPG I (*Pteridophyta Phylogeny Group*)

3. Deskripsi Cagar Alam Imogiri

Cagar Alam menurut UU No.5 Tahun 1990 tentang konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistem adalah kawasan suaka alam karena keadaan alamnya yang mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya atau ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Cagar Alam Imogiri

merupakan salah satu Kawasan Suaka Alam di Provinsi D.I. Yogyakarta yang ditunjuk berdasarkan SK Menhutbun nomor 171/KPTS-II/2000. Kawasan Cagar Alam ini memiliki luasan 11,4 ha yang terbagi dalam satu petak kerja yaitu petak Pasarehan, termasuk dalam RPH Mangunan, BDH Kota, Dinas Kehutanan Provinsi DIY. Secara Administratis, lokasi kawasan Cagar Alam Imogisi terletak di dua desa yaitu Desa Wukisari dan Desa Girirejo yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul.

Cagar Alam Imogiri merupakan salah satu dari lima kawasan konservasi yang pengelolaannya di bawah Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Yogyakarta. Cagar Alam Imogiri ditunjuk berdasarkan SK Menhutbun nomor: 171/KPTS-II/2000 dengan luas 11,4 ha. Pada tahun 2011 telah dilaksanakan kegiatan penataan batas Cagar Alam Imogiri berdasarkan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor:15/PAN/2011 tanggal 15 Agustus 2011 tentang Pembentukan Panitia Tata Batas Kawasan Hutan di Kabupaten Sleman, Bantul, Kulon Progo dan Gunungkidul. Beritaacara tata batas ini ditandatangani pada tanggal 25 Oktober 2012. Dari hasil tata batas dapat diketahui bahwa kawasan Cagar Alam Imogiri sepanjang 2.157,7 meter dengan luasan 118.220 m² dengan palbatas sebanyak 40 buah.

Kawasan Cagar Alam Imogiri merupakan bagian kawasan dari Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) Yogyakarta yang telah ditetapkan berdasarkan SK Menteri Kehutanan dan Lingkungan hidup

Nomor SK.749/Menlhk/Setjen/PLA.0/9/2016 tanggal 20 september 2016 tentang Penetapan Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi Yogyakarta, terletak di Kabupaten Gunungkidul, Kabupaten Kulonprogo, Kabupaten Bantul dan Kabupaten Sleman Provinsi D.I. Yogyakarta.

Sebelum ditunjuk sebagai kawasan konservasi Cagar Alam Imogiri merupakan hutan produksi yang sebelumnya dikelola oleh Dinas Kehutanan dan Perkebunan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebelum ditunjuk menjadi kawasan konservasi, Cagar Alam Imogiri merupakan hutan produksi yang terbagi dalam satu petak kerja yaitu petak Pasarehan, termasuk dalam RPH Mangunan, BDH Kodya, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Daerah Istimewa Yogyakarta dengan didominasi oleh kelas perusahaan kayu putih. Selain kayu putih, jenis tanaman hutan yang ditanam antara lain adalah jati, sonokeling, pinus, kenanga, mahoni, dan lain-lain dengan luasan yang bervariasi. Namun demikian, diantara keseluruhan jenis yang ditanam, hanya jati dan kayu putih saja yang ditanam dalam jumlah yang luas dan dua jenis inilah yang saat ini mendominasi vegetasi Cagar Alam Imogiri.

Dasar penunjukkan kawasan hutan Imogiri sebagai cagar alam adalah kondisi fisik dan tutupan lahannya yang relatif masih utuh sejak dilakukan penanaman pada tahun 1945 selain itu bagi masyarakat kawasan hutan Imogiri merupakan kawasan penyangga keberadaan makam Imogiri yang merupakan makam Raja-raja Kerajaan Mataram dan Surakarta (Balai KSDA Yogyakarta, 2011). Pembangunan makam

raja-raja ini dimulai sejak tahun 1629-1630. Keberadaan makam raja-raja ini tidak bisa dilepaskan dari kewibawaan Raja. Oleh karena itu kelangsungan makam raja-raja Jawa perlu dijaga untuk menjaga kewibawaan raja-raja.

Keberadaan kawasan Cagar Alam Imogiri sebagai kawasan suaka alam telah diakui pemerintah daerah sebagaimana dalam Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 4 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bantul Tahun 2010-2030 kawasan Cagar Alam Imogiri merupakan kawasan suaka alam. Oleh karena itu keberadaan kawasan Cagar Alam Imogiri mendukung dalam konsep pembangunan daerah.

Cagar Alam Imogiri ditetapkan berdasarkan SK. Menhut No. SK. 1869/Menhut-VII/KUH/2014 tanggal 25 Maret 2014 tentang Penetapan Kawasan Hutan Cagar Alam Imogiri Seluas 118.220 m² di Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara administrasi pemerintahan Cagar Alam Imogiri terletak di dua desa yaitu Desa Wukirsari dan Desa Girirejo yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. Adapun perbatasan kawasan Cagar Alam Imogiri sebelah barat yaitu Jalan kabupaten, sebelah timur dibatasi oleh Makam Raja-raja Imogiri, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Girirejo, dan sebelah utara berbatasan dengan Desa Wukirsari.

Kawasan Cagar Alam Imogiri terletak berdampingan dengan kompleks Makam Raja-Raja Jawa Imogiri (Kasultanan Yogyakarta dan

Kasunanan Surakarta) dengan topografi berupa perbukitan dengan kelerengan sedang.

4. Booklet Sebagai Sumber Belajar

Booklet merupakan media komunikasi yang bersifat promosi, anjuran, larangan-larangan kepada khalayak massa, dan berbentuk cetakan, yang memiliki tujuan agar masyarakat yang sebagai objek dapat memahami pesan yang disampaikan melalui media ini. Media cetak seperti *booklet* memiliki kelebihan yaitu dapat dipelajari setiap saat karena desain berbentuk buku, dapat dipelajari secara mandiri oleh siswa, pesan atau informasi relatif lebih banyak dibandingkan dengan poster, desain *booklet* yang menarik membuat siswa akan tertarik untuk membacanya.

Booklet merupakan perpaduan antara buku dan *Leaflet*. *Booklet* sebagai suatu sumber belajar dapat digunakan untuk menarik minat dan perhatian siswa karena bentuknya yang sederhana dan banyaknya warna serta gambar yang ditampilkan. Selain itu, *booklet* dapat dibaca dimanapun dan kapanpun sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa (Pralisaputri *et al*, 2015).

Saat ini guru biologi masih berpedoman dengan menggunakan buku dan LKS yang disediakan oleh pemerintah, padahal guru dapat membuat bahan ajar dengan melihat potensi lingkungan yang ada di sekitar lingkungan peserta didik yang kemudian dapat dikembangkan menjadi salah satu bahan ajar (Fitriasih *et al*, 2019).

Dalam proses pembelajaran biologi peserta didik mengalami kesulitan dalam menyebutkan atau mengingat nama latin. Oleh karena itu proses pembelajaran biologi tidak hanya sekedar teori yang disampaikan oleh pendidik kepada peserta didik akan tetapi terciptanya interaksi antara lingkungan dengan peserta didik harus diperhatikan oleh pendidik. Lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi yang dapat menunjang siswa lebih mengenal lingkungan dengan melakukan pengamatan dan kegiatan ilmiah. Melalui kegiatan ilmiah siswa dapat pengalaman baru yang tidak dijumpai dengan hanya membaca buku.

B. Penelitian yang Relevan

Berdasarkan hasil penelitian Fitriasih, Ansori, dan Kasrina (2019) Indonesia merupakan Negara yang memiliki keanekaragaman hayati ketiga di dunia. Salah satunya tumbuhan paku-pakuan yang banyak tersebar dari daerah tropis maupun daerah sub tropis, terutama tempat-tempat lembab. Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mendata keanekaragaman spesies tumbuhan *Pteridophyta* yang tumbuh di kawasan wisata Suban Air Panas Kabupaten Rejang Lebong. Kemudian data disusun menjadi *booklet* tumbuhan paku-pakuan yang valid dan efektif untuk dijadikan bahan ajar bagi siswa kelas X SMA pada materi pelajaran tumbuhan (Plantae) subbab *Pteridophyta*. Berdasarkan jurnal ini *booklet* efektif dijadikan alternatif sumber belajar biologi kelas X. Menggunakan prosedur pengumpulan sampel yaitu metode jelajah. Melihat dari hasil jurnal ini bahwa indonesia memiliki keanekaragaman tumbuhan paku yang tinggi dan *booklet* efektif dijadikan

sumber belajar bagi siswa, maka peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian tentang tumbuhan paku yang disusun dalam bentuk *booklet* sebagai sumber belajar.

Jurnal penelitian lainnya yang sesuai dengan penelitian peneliti adalah jurnal penelitian Identifikasi Tumbuhan Paku Sejati (Filicopytha) di Kawasan Hutan Wisata Aik Nyet sebagai Sumber Belajar Biologi oleh Novi Heryani Putri, Ahmad Raksun, dan I Gde Mertha. Negara Indonesia merupakan Negara yang sebagian wilayahnya berupa hutan. Kawasan Wisata Aik Nyet merupakan kawasan hutan hujan tropis yang memiliki ketinggian 350 hingga 550 mdpl. Di kawasan hutan wisata ini banyak memiliki kekayaan, keanekaragaman hayati yang mempunyai nilai penting bagi kehidupan dan kesejahteraan manusia, di antaranya adalah tumbuhan paku sejati yang masih belum banyak mendapat perhatian oleh masyarakat. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis-jenis tumbuhan paku sejati (Filocopyta) di Kawasan Hutan Wisata Aik Nyet menggunakan prosedur pengumpulan sampel yaitu metode jelajah. Melihat dari hasil jurnal ini bahwa keanekaragaman tumbuhan paku tersebar diberbagai daerah tropis, maka peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian tentang tumbuhan paku dengan metode jelajah.

Penelitian lainnya oleh Iqbal Fajrin Averos (2018), dalam penelitian ini dijelaskan bahwa *booklet* tumbuhan paku memiliki kategori layak sebagai salah satu media pembelajaran. Pada penelitian ini peneliti memilih wilayah Gunung Api Purba Nglanggeran. Pengambilan lokasi penelitian ini

dikarenakan peneliti bertujuan untuk mengangkat salah satu potensi lokal yang dimiliki oleh negara Indonesia. Inilah yang menjadi salah satu pendorong peneliti memilih tema dan lokasi Cagar Alam sebagai lokasi penelitian.

Serta penelitian yang mendukung yaitu penelitian oleh Kartika Nanda Riani (2019), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan Hutan Bengkung Mangunan. Penelitian ini membahas dan memperkenalkan keanekaragaman tumbuhan paku di sekitar Imogiri Bantul Timur. Media cetak yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dari para siswa setelah diujikan sebagai sumber belajar. Melihat dari hasil penelitian ini bahwa wilayah Bantul Timur memiliki keanekaragaman tumbuhan paku yang unik maka peneliti termotivasi untuk melakukan penelitian tentang tumbuhan paku dalam lingkup yang sempit yaitu di Cagar Alam sekitar.

Selanjutnya penelitian yang relevan yaitu penelitian oleh Dwi Sari Nurlaili (2006) yang bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan distribusi tumbuhan paku epifit di kawasan Hutan Wisata Kaliurang. Penelitian tersebut dikemas sebagai sumber belajar biologi untuk siswa SMA. Selain itu, metode yang digunakan adalah metode jelajah. Hal tersebut juga mendorong peneliti untuk menggali informasi dari alam sekitar khususnya tumbuhan paku untuk dijadikan sumber belajar siswa melalui media cetak.

C. Kerangka Berfikir

Cagar Alam Imogiri merupakan salah satu hutan konservasi yang dimiliki provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Cagar Alam ini memiliki keanekaragaman hayati yang beragam. Flora yang terdapat di lingkungan ini sangat beragam mulai dari tumbuhan tingkat rendah sampai tumbuhan tingkat tinggi. Salah satu flora yang dapat dijumpai yaitu tumbuhan paku. Keberagaman ini didukung oleh letak wilayah dan luasnya wilayah Cagar Alam ini.

Hal tersebut membuat terbentuknya keanekaragaman tumbuhan di lingkungan suaka alam tersebut. Keanekaragaman tumbuhan ini didominasi oleh tanaman kayu putih dan jati. Lingkungan cagar alam yang didalamnya memiliki kekayaan hayati bisa dimanfaatkan sebagai sumber belajar. Khususnya pada mata pelajaran biologi materi Plantae.

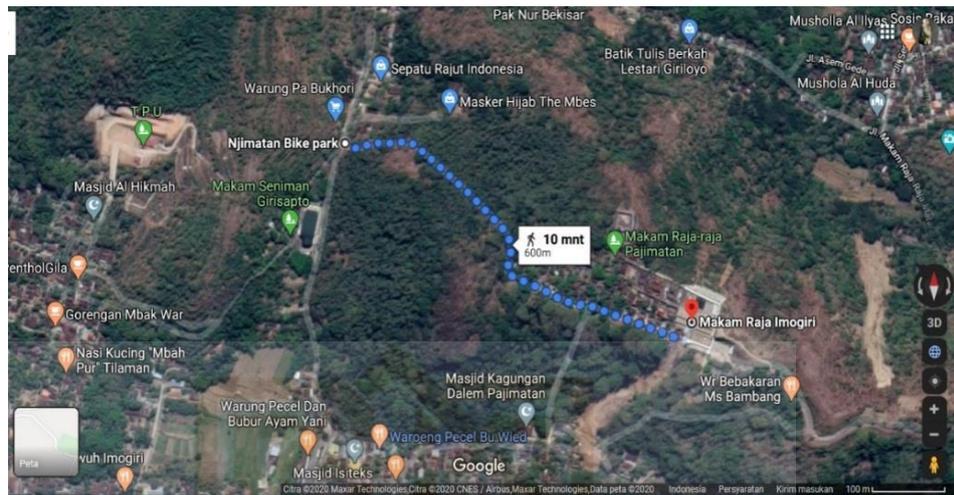
Sumber belajar materi Plantae ini dapat bermanfaat dalam proses pembelajaran yang biasanya hanya dilakukan di dalam ruang kelas saja dapat dilakukan di ruang terbuka hijau. Karena dengan proses pembelajaran secara langsung berdasarkan teori belajar, melalui pendekatan lingkungan pembelajaran menjadi lebih bermakna. Sehingga siswa dapat memahami materi dengan mudah.

Besarnya potensi flora di lingkungan Cagar Alam Imogiri khususnya tumbuhan paku dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar. sehingga peneliti terdorong untuk mengembangkan potensi tentang keanekaragaman tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri dalam bentuk booklet. Di dalam booklet sendiri

dicantumkan foto tumbuhan paku yang diambil oleh peneliti beserta klasifikasi dan ciri-ciri morfologi.

Dengan adanya pengembangan media berupa booklet diharapkan menjadi alternatif yang efektif bagi guru ataupun siswa dalam memahami materi. Peneliti mengharapkan adanya booklet ini bisa menjadi salah satu sumber literasi dan informasi yang dapat mendukung proses pembelajaran. Kelayakan booklet keanekaragaman tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri ini akan diuji kelayakannya oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 peerreviewer, 2 guru biologi, serta 15 siswa SMA. Sehingga pada akhirnya akan dihasilkan booklet yang layak digunakan sebagai media pembelajaran baik untuk guru, siswa maupun untuk umum.





Gambar 3. Kawasan Penelitian di Cagar Alam Imogiri

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kamera digital, alat tulis, buku catatan lapangan, dan buku acuan yang relevan seperti : Taksonomi Tumbuhan (*Scizophyta*, *Thallophyta*, *Bryophyta*, *Pteridophyta*) karya Gembong Tjitrosoepomo dan Ensiklopedia Biologi Dunia Tumbuhan Paku karya Budi Suhono. Sedangkan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tumbuhan paku yang ditemukan di sekitar Cagar Alam Imogiri Bantul.

3. Metode Pengambilan Data

Pengambilan sample pada penelitian ini menggunakan metode jelajah. Metode jelajah adalah suatu metode yang digunakan dalam pengambilan sampel dengan menjelajahi atau menyusuri setiap area penelitian. Dalam penelitian ini area yang digunakan yaitu lingkungan Cagar Alam Imogiri. Sehingga pengambilan sampel dilakukan pada

tumbuhan paku yang ditemukan dan belum teridentifikasi di wilayah Cagar Alam Imogiri.

4. Langkah Kerja

Lokasi penelitian yang akan digunakan adalah di Cagar Alam Imogiri Bantul. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel yaitu metode jelajah. Adapun langkah kerja yang dilakukan antara lain:

- a. Melakukan survei lapangan atau lokasi untuk menentukan kawasan yang akan diteliti di Cagar Alam Imogiri.
- b. Menentukan lokasi di Cagar Alam Imogiri yang meliputi kawasan jalur masuk bagian barat ± 500 meter menuju Makam Raja Imogiri dan kawasan jalur masuk bagian selatan sepanjang jalan berundak menuju Makam Raja Imogiri serta area bagian dalam Cagar Alam Imogiri.
- c. Mengambil data tumbuhan paku dengan melakukan eksplorasi dan jelajah di kawasan yang telah ditentukan.
- d. Setiap sampel yang ditemukan di kawasan yang telah ditentukan kemudian dipotret untuk pengambilan gambar. Gambar yang diambil merupakan gambar keseluruhan dan setiap bagian dari tumbuhan paku yaitu daun (steril dan fertile), batang, dan sorus. Selain itu sampel yang ditemukan diamati berdasarkan morfologi dan cara hidupnya (epifit, reofit, dan terestial) kemudian dicatat dalam buku lapangan.

- e. Selanjutnya dilakukan identifikasi pada spesies yang telah ditemukan. Identifikasi ini dilakukan dengan mencocokkan dengan sumber buku yang relevan dan aplikasi *iNaturalist*. Jika mengalami kesulitan dalam proses identifikasi maka sampel akan diambil dan dibawa ke Laboratorium UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk diidentifikasi.
 - f. Mencari klasifikasi spesies setelah identifikasi tumbuhan dengan menentukan klasifikasinya dari kingdom hingga spesies.
 - g. Inventarisasi spesies, pengelompokan data spesies yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri berdasarkan *Pteridophyta Phylogeny Group* (PPG) sesuai dengan kelas dari spesies yang ditemukan.
5. Identifikasi spesies

Data tumbuhan paku yang telah diperoleh kemudian dipilah dan dikelompokkan berdasarkan kelasnya. Setelah itu, diurutkan dan dicatat dalam buku hasil pengamatan berupa nama spesies, klasifikasi dan ciri-ciri tumbuhan. Untuk proses identifikasi menggunakan beberapa sumber, antara lain buku *Plant Systematics* oleh G. Singh dan aplikasi *iNaturalist*.

B. Pengembangan booklet keanekaragaman tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri Bantul

1. Pengembangan *booklet* keanekaragaman tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri Bantul

Booklet keanekaragaman tumbuhan paku dibuat dengan menggunakan *coreldraw x5* dan aplikasi *lightroom*. *Coreldraw x5*

digunakan untuk membuat desain layout produk dan *cover* produk, sedangkan aplikasi *lightroom* digunakan untuk mengedit gambar atau foto spesies.

2. Uji Coba Produk

a. Desain uji coba produk

Uji coba dilakukan melalui 2 tahap penilaian. Penilaian pertama dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, serta *peer reviewer*. Dari penilaian pertama kemudian diperoleh masukan dan saran yang dijadikan bahan melakukan perbaikan dan penyempurnaan produk.

Penilaian kedua dilakukan melalui uji terbatas oleh guru dan siswa sebagai pelaksana pembelajaran di sekolah. Hasil penilaian dianalisis secara kualitatif.

b. Subjek penilai

Subjek penilaian pertama terdiri dari 1 ahli materi, 1 ahli media dan 5 *peer reviewer*. Subjek penilai kedua pada uji terbatas ialah 2 guru biologi dan 15 siswa kelas X SMA Muhammadiyah Pleret.

3. Jenis data

Jenis data yang diperoleh terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa nilai kategori, saran, dan masukan dari para penilai. Data kuantitatif berupa angka sebagai hasil analisis data

kualitatif berupa kategori, dengan menggunakan skala Linkert dan skala Guttman.

a. Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket berbentuk *checklist* yang digunakan untuk penilaian kualitas produk. Kualitas produk ditinjau dari beberapa aspek yang kemudian diuraikan ke dalam indikator-indikator. Indikator tersebut dijabarkan menjadi butir-butir penilaian yang dicantumkan pada lembar angket.

4. Teknik Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif. Adapun langkah-langkah yang dilakukan antara lain:

a. Data kualitas produk

Data kualitas produk berupa data kualitatif. Data tersebut selanjutnya diubah menjadi data kuantitatif sesuai skala Likert dan skala Guttman.

Subjek penilai oleh ahli materi, ahli media, peer reviewer, menggunakan aturan pemberian sebagai berikut:

Tabel 1. Aturan Pemberian Skor Penilai Pertama

Keterangan	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Subjek penilai oleh guru biologi dan siswa menggunakan aturan pemberian skor sebagai berikut:

Tabel 2. Aturan Pemberian Skor Penilai Kedua

Keterangan	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Dalam penelitian ini skala yang digunakan adalah skala Likert 5 poin. Skala Likert dengan lima skala mampu mengakomodir jawaban responden yang bersifat netral atau ragu-ragu. Hal ini yang tidak terdapat dalam skala Likert dengan 4 skala dimana jawaban yang bersifat netral atau ragu-ragu dihilangkan dalam kuesioner (Hertanto, 2017). Selain itu menurut Hair (2007), jika menggunakan skala Likert 7 poin atau 13 poin akan membuat responden menjadi lebih sulit untuk membedakan setiap poin skala dan responden sulit dalam mengolah informasi.

- b. Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek dengan rumus berikut:

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan :

X = skor rata-rata tiap aspek

N = jumlah penilai

$\sum X$ = jumlah skor

- c. Mengubah skor rata-rata yang berupa data kuantitatif dari tiap aspek menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian ideal (Widoyoko, 2013) seperti tabel berikut.

Tabel 3. Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rata-rata Skor	Kategori
1	>4,2	Sangat Baik
2	>3,4 – 4,2	Baik
3	>2,6 – 3,4	Cukup
4	>1,8 – 2,6	Kurang
5	<= 1,8	Sangat Kurang

- d. Hasil data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan rumus frekuensi relative sebagai berikut:

$$\text{Persentase keidealan (p)} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan angka presentase diidentifikasi dengan ketentuan skala persentase penilaian kualitas produk (Suharsimi, 2007)

Tabel 4. Skala Persentase Penilaian Kualitas Produk

No	Interval	Kreteria
1	81% - 100%	Sangat Baik
2	61% - 80%	Baik
3	41% - 60%	Cukup
4	21% - 40%	Kurang
5	0% - 20%	Sangat Kurang

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Cagar Alam Imogiri

Penelitian keanekaragaman tumbuhan paku di cagar alam imogiri dilakukan di lingkungan Cagar Alam Imogiri dengan pengambilan data sebanyak dua kali. Pada bulan Maret-April 2020 dan bulan Januari-Februari 2021. Metode yang digunakan untuk pengambilan data yakni menggunakan metode jelajah. Teknik yang digunakan meliputi observasi, identifikasi, inventarasi dan klasifikasi. Observasi dilakukan untuk menentukan titik lokasi pengambilan data. Data tumbuhan paku yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, jumlah spesies yang didapatkan adalah 30 spesies tumbuhan paku yang terdiri dari 14 genus serta dapat dikelompokkan dalam 8 famili. Berikut ini merupakan tabel hasil penelitian tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri :

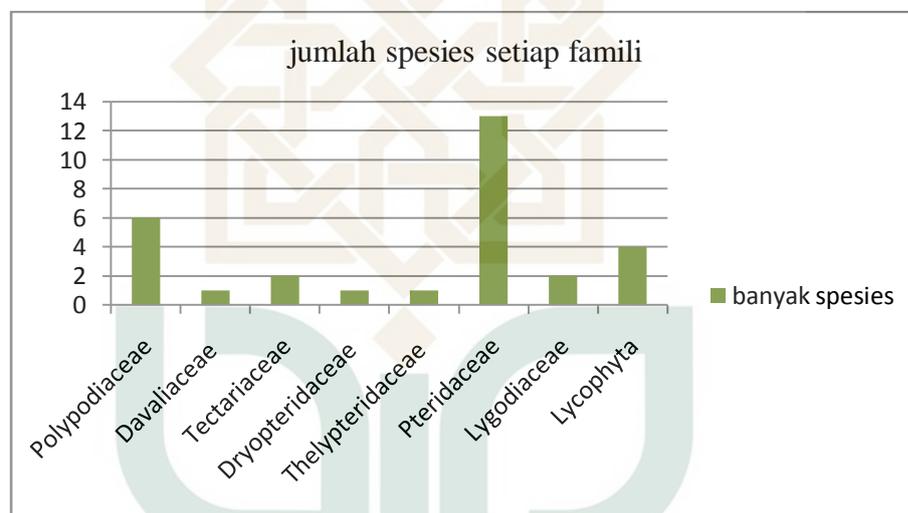
Tabel 5. Daftar spesies tumbuhan paku di kawasan Cagar Alam Imogiri

No Famili	No Genus	No Nama spesies
1. Polypodiaceae	1. Drynaria	1. <i>Drynaria quercifolia</i>
		2. <i>Drynaria sparsisora</i>
	2. Phymatosorus	3. <i>Phymatosorus scolopendria</i>
		3. Pyrrosia
	5. <i>Pyrrosia longifolia</i>	
	6. <i>Pyrrosia pilpselloides</i>	

2. Davalliaceae	4. Davallia	7. <i>Davallia denticulata</i>
3. Tectariaceae	5. Tectaria	8. <i>Tectaria sp.</i>
		9. <i>Tectaria sp.</i>
4. Dryopteridaceae	6. Nephrolepis	10. <i>Nephrolepis bisserata</i>
5. Thelypteridaceae	7. Cyclosorus	11. <i>Cyclosorus interruptus</i>
6. Pteridaceae	8. Adiantum	12. <i>Adiantum jordanii</i>
		13. <i>Adiantum lunulatum</i>
		14. <i>Adiantum raddiantum</i>
		15. <i>Adiantum tenerum</i>
		16. <i>Adiantum sp.</i>
	9. Cheilantes	17. <i>Cheilanthes chusana</i>
		18. <i>Cheilanthes contigua</i>
		19. <i>Cheilanthes marginata</i>
	10. Cheilosoria	20. <i>Cheilosoria tenuifolia</i>
	11. Myropteris	21. <i>Myropteris aurea</i>
	12. Pteris	22. <i>Pteris biaurita</i>
		23. <i>Pteris grandifolia</i>
		24. <i>Pteris vitata</i>
7. Lygodiaceae	13. Lygodium	25. <i>Lygodium flexuosum</i>
		26. <i>Lygodium microphyllum</i>
8. Lycophyta	14. Selaginella	27. <i>Selaginella ciliaris</i>
		28. <i>Selaginella intermedia</i>
		29. <i>Selaginella krausiana</i>
		30. <i>Selaginella lutchuensis</i>

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa tumbuhan yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri di sepanjang jalan menuju arah Makam Raja-Raja Imogiri ditemukan 30 spesies tumbuhan paku. Tiga puluh spesies yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri berasal dari delapan famili dengan 14

genus. Genus dengan jumlah spesies terbanyak yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri adalah *Adiantum* (5 spesies) dan *Selaginella* (4 spesies). Genus lain yang ditemukan yaitu *Drynaria* (2 spesies), *Phymatosorus* (1 spesies), *Pyrrrosia* (3 spesies), *Davallia* (1 spesies), *Tectaria* (2 spesies), *Nephrolepis* (1 spesies), *Cyclosorus* (1 spesies), *Cheilantes* (3 spesies), *Cheilosoria* (1 spesies), *Myropteris* (1 spesies), *Pteris* (3 spesies), dan *Lygodium* (2 spesies). Presentase famili-famili tersebut tersaji dalam diagram data berikut.

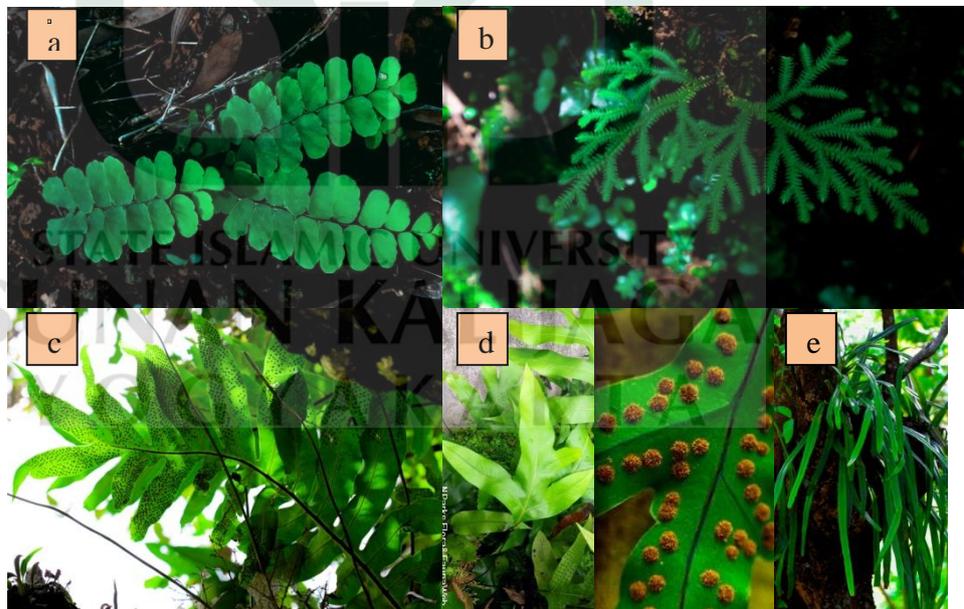


Gambar 4. Diagram delapan famili tumbuhan yang memiliki jumlah spesies

Berdasarkan diagram data di atas dapat diketahui bahwa tumbuhan paku di Cagar Alam Imogiri didominasi famili Pteridaceae dengan jumlah 13 spesies dan diikuti famili Polypodiaceae dengan jumlah 6 spesies. Keberagaman yang mendominasi dari famili Pteridaceae ini juga didukung oleh (Nindira, Z. dan Lestari, W.S., 2021) dalam penelitiannya bahwa famili Pteridaceae merupakan famili Pteridaceae yang terdistribusi luas dan banyak dijumpai di daerah tropis basah hingga kawasan yang tergolong kering. Menurut PPG I, 2016 famili Pteridaceae terdiri dari lima sub famili, 53 marga

dan diperkirakan terdiri atas 1.211 jenis. Akan tetapi hingga kini jumlah spesies yang hidup di Indonesia belum diketahui secara pasti. Selain itu, tumbuhan paku dari famili Pteridaceae mampu tumbuh pada daerah yang terbuka dan kering hingga daerah yang lembab dan ternaungi pada ketinggian tertentu serta anggotanya meliputi jenis tumbuhan paku yang hidup secara terestrial, epifit, akuatik maupun tumbuh di bebatuan (Astuti, 2017; Schuettpelz *et al.*, 2007). Famili Pteridaceae memiliki sporangium yang berjajar di sepanjang vena atau memenuhi bagian bawah permukaan daun namun kebanyakan memiliki kumpulan sporangium di bagian marginal dan tertutup oleh indisium semu (Zhang *et al.*, 2013).

Berikut deskripsi masing-masing genus yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri.



Gambar 5. (a) Genus *Adiantum*, *Adiantum lunulatum*, (b) Genus *Selaginella*, *Selaginella intermedia*, (c) genus *Drynaria*, *Drynaria quercifolia*, (d) genus *Phymatosorus*, *Phymatosorus scolopendria*, dan (e) genus *Pyrrosia*, *Pyrrosia longifolia*

Adiantum atau yang sering dikenal dengan nama suplir merupakan jenis tumbuhan paku yang banyak digunakan sebagai tanaman hias karena memiliki daun yang berwarna hijau dan tangkai yang berwarna hitam mengkilap, sehingga memberikan kesan yang indah. Dari hasil penjelajahan genus *Adiantum* cenderung banyak ditemukan. Jenis spesies dari genus *Adiantum* tumbuh di tanah dan bebatuan. Daun majemuk memiliki lebar sekitar 3 cm dan bertangkai panjang. Helaian daunnya hampir berbentuk bulat telur dan pada bagian pangkalnya berbentuk biji. Sedangkan sorus berada di tepi daun yang berfungsi sebagai indusium dan tersusun beraturan (Tjitrosoepomo, 2010). Jenis spesies *Adiantum* tergolong tahan terhadap cuaca dengan ciri perawakannya yang tinggi serta tangkai daunnya yang kokoh dan tegak dengan helaian daun yang tidak menjuntai. Spesies dari genus *Adiantum* yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri berjumlah 5 yaitu *Adiantum jordanii*, *Adiantum lunulatum*, *Adiantum raddiantum*, *Adiantum tenerum*, *Adiantum sp.*

Selaginella termasuk divisi Lycopodiophyta yang sering ditemukan pada daerah dengan kelembaban yang cukup, intensitas cahaya matahari yang sedang atau ternaungi, serta pada tebing, tepi sungai maupun area dengan permukaan yang datar (Wijayanto, 2009). Dari penjelajahan yang telah dilakukan, spesies tumbuhan paku dari genus *Selaginella* banyak ditemukan menempel di bebatuan. *Selaginella* memiliki akar panjang, pendek, atau *rizofor* (pendukung akar) yang bentuknya seperti batang tetapi tidak berdaun dan tumbuh ke bawah menuju tanah. Batangnya kecil atau menjalar dengan

akar di setiap intervalnya. Daunnya tersusun secara berhadapan dengan ukuran yang lebih kecil. *Strobili* pada genus *Selaginella* terletak di ujung percabangan (Wijayanto, 2014). Spesies yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri meliputi *Selaginella ciliaris*, *Selaginella intermedia*, *Selaginella krausiana*, dan *Selaginella lutchuensis*.

Drynaria merupakan tumbuhan paku yang hidup secara *epifit*. Hasil dari penjelajahan yang sudah dilakukan ditemukan dua spesies dari genus *Drynaria* yaitu *Drynaria sparsisora* dan *Drynaria quercifolia*. Kedua spesies tersebut ditemukan menempel di batang pepohonan. Spesies dari genus ini memiliki ciri daun yang khas, yaitu memiliki dua tipe daun. Bentuk pertama memiliki perawakan pendek, lebar, melekat, dan tidak bertangkai, serta berwarna coklat, dan cenderung berumur panjang. Sedangkan yang kedua memiliki perawakan panjang, bertangkai, berwarna hijau, *steril* atau *fertil*, dan berlobus atau menyirip (Suhono, 2012). Tumbuhan paku dari genus ini memiliki *sporangia* berada pada sisi bawah daun dan berkelompok membentuk sori. Sori tersebar tak beraturan dan tumbuhan paku ini memiliki rimpang yang bersisik keras dan pendek (Smith, 2008).

Phymatosorus merupakan salah satu genus dari famili *Polypodiaceae*. Spesies yang ditemukan pada penelitian ini hanya satu spesies yaitu *Phymatosorus scolopendria*. Jenis ini memiliki karakteristik rhizom panjang, menjalar, berwarna hijau atau coklat kehijauan dengan sisik berwarna hitam. Tumbuhan paku ini mempunyai bentuk daun yang beragam dalam 1 individu, yaitu daun tunggal linier berlekuk 3, 5 atau lebih. Sori berbentuk bulat atau

oval dan tersebar pada permukaan bawah daun (Sofiyanti dan Harahap, 2019).

Pyrrrosia merupakan anggota famili Polypodiaceae yang tumbuh secara epifit. Batang *Pyrrrosia* berupa rhizom yang menjalar serta daun tunggal yang pada umumnya tebal dan berdaging menjadikan ciri khas yang membedakan *Pyrrrosia* dengan genus yang lain dari famili Polypodiaceae (Piggot, 1998). Rhizom diselubungi oleh sisik yang tersusun rapat sehingga menjadi karakteristik yang membedakan genus *Pyrrrosia* dengan genus lainnya. Pada umumnya spesies dari genus *Pyrrrosia* mempunyai daun tunggal, tebal, berdaging dan kaku (Vasques *et al.* 2017; Sofiyanti *et al.* 2015). Berdasarkan hasil penjelajahan yang telah dilakukan di Cagar Alam Imogiri, telah ditemukan sebanyak 3 spesies yaitu *Pyrrrosia lanceolata*, *Pyrrrosia longifolia*, dan *Pyrrrosia piloselloides*. Ketiga spesies yang ditemukan mempunyai karakteristik daun yang tebal dan berdaging. Selain itu, *Pyrrrosia lanceolata* dan *Pyrrrosia longifolia* mempunyai sori oval atau membulat, sedangkan *Pyrrrosia piloselloides* mempunyai sori memanjang.

Davallia merupakan salah satu genus dari famili Davalliaceae. Genus ini dapat dibedakan dari genus lain karena memiliki karakteristik seperti rimpang yang panjang menjalar, bersisik, helaian daun monomorfik dengan susunan pinna berjumlah satu hingga 4 atau terbagi menyirip beberapa kali. Sorus bulat atau memanjang, sori dilindungi oleh indusium berbentuk seperti piala sampai mengginjal yang terbuka ke arah ujung daun (Smith *et al.*, 2006). Di Indonesia sendiri, genus *Davallia* sering dijumpai. Salah satunya yang

ditemukan di Cagar Alam Imogiri yaitu *Davallia denticulata*. Tumbuhan paku ini ditemukan sebagai tumbuhan epifit yang menempel pada batang pohon. Selain itu *Davallia denticulata* memiliki helaian daun menyirip ganda dua dan sori tersimpan pada ujung vena dan diapit satu atau dua sisi oleh helaian daun bergigi yang melengkung ke dalam (Fuwu *et al*, 2013).



Gambar 6. (f) Genus Davallia, *Davallia denticulata*, (g) genus Tectaria, *Tectaria sp.*, (h) genus Nephrolepis, *Nephrolepis bisserata*, dan (i) genus Cheilantes, *Cheilantes contigua*

Tectaria merupakan tumbuhan paku yang hidup secara terrestrial. Dua jenis dari genus ini ditemukan di Cagar Alam Imogiri, akan tetapi belum seluruhnya teridentifikasi hingga tingkat spesies. Jenis paku ini memiliki perakaran herba dan agak berkayu. Jenis paku ini mempunyai rimpang yang ramping dan panjang, perawakan paku ini termasuk semak atau biasa dikatakan agak berkayu. Daun berbentuk lanset sampai oval, tepi sedikit berombak, permukaan daun licin, dan ujung daun meruncing. Warnanya hijau tetapi tidak hijau pekat, bentuk batang pada tumbuhan ini bulat. Ukuran

batang cukup panjang, memiliki akar serabut dan berwarna coklat tanpa ada percabangan pada batangnya. Manfaat tumbuhan ini biasanya digunakan sebagai tanaman hias, sayuran dan obat-obatan. *Tectaria sp* biasa dikenal dengan paku kikir dengan sorus tersebar di seluruh bagian bawah daun, berbentuk bulat berwarna coklat (Kartika, 2019; Nasution J. *et al*, 2018).

Nephrolepis merupakan tumbuhan paku yang hidup epifit dan sering menempel pada pohon yang tumbang dan bebatuan. Daun berwarna hijau berbentuk oval dengan permukaan daun yang licin dan halus, serta berselang seling. Memiliki tangkai yang bulat, berbulu kasar yang berwarna coklat. Sorus berbentuk bulat atau bangun garis yang terletak pada sisi bagian bawah yang berbentuk memanjang atau sejajar (Tjitrosoepomo, 2011). Dari hasil penjelajahan yang telah dilakukan ditemukan satu jenis dari genus *Nephrolepis* yaitu *Nephrolepis bisserata*. Tumbuhan paku ini berakar serabut yang tersebar acak di permukaan rhizoma dan tersusun rapat. Rimpangnya tegak, berwarna coklat, beruas pendek dengan tipe percabangan stolon dan terdapat rambut pada permukaannya. Sorus terletak di sepanjang tepi pinnula, sporangium berkumpul membentuk sorus yang dilindungi indusium. Sporangium terdiri dari sporangium sejenis berbentuk bulat sedangkan spora berbentuk ginjal (Apriyanti, N. *etal*, 2017).

Cheilanthes merupakan salah satu genus dari famili Pteridaceae. Dari hasil penjelajahan yang telah dilakukan di Cagar Alam Imogiri, ditemukan 3 spesies yaitu *Cheilanthes chusana*, *Cheilanthes contigua*, *Cheilanthes marginata*. Salah satu karakteristik yang dimiliki oleh spesies *Cheilantnes*

contigua yaitu biasanya tumbuh di daerah kering dan berbatu. *Cheilanthes contigua* disebut juga pakis darat yang memiliki rimpang merayap pendek, horizontal, dan bersisik. Daunnya subur dan steril, tegak atau menyebar; lamina 1-4-menyirip di dasar; pinnae hingga 14 pasang, berlawanan dengan alternatif, bertangkai pendek. *Cheilanthes contigua* merupakan tumbuhan paku yang terdistribusi di Australia, membentang dari pesisir ke habitat pedalaman dengan kekeringan yang lebih parah (*Flora of Australia*, 1998). Selain itu, *Cheilanthes* merupakan genus kosmopolitan dengan setidaknya 180 spesies, 15 spesies di Australia, dimana 9 spesies dan satu subspecies endemik. Tumbuh di seluruh Australia, membentang dari pesisir ke habitat pedalaman dengan kekeringan yang lebih dibandingkan genus pakis lainnya.



Gambar 7. (j) Genus *Cheilosoria*, *Cheilosoria tenuifolia*, (k) genus *Myriopteris*, *Myriopteris aurea*, (l) genus *Pteris*, *Pteris vitata*, (m) genus *Cyclosorus*, *Cyclosorus interruptus*, dan (n) genus *Lygodium*, *Lygodium flexuosum*

Cheilosoria merupakan tumbuhan paku yang hidup secara terrestrial dengan perawakan herba. Satu jenis dari genus *Cheilosoria* berhasil

ditemukan di Cagar Alam Imogiri, yaitu *Cheilosoria tenuifolia*. Tumbuhan paku ini memiliki rimpang yang menjalar ke atas, berwarna coklat tua, dan bersisik. Daunnya dimorfik, bentuk daun steril segitiga dan majemuk ganda tiga dengan ujung daun yang runcing dan permukaan yang berbulu kasar. Sedangkan bentuk daun fertilnya berbentuk segitiga dan majemuk ganda. Ujung daun fertil meruncing, permukaan daunnya kasar dan pangkal daunnya rata. Memiliki warna daun hijau tua dengan sori di bawah anak daun dan menyebar sepanjang tepi daun yang dilengkapi indusium (Yusna, M. *et al*, 2016).

Myriopteris merupakan salah satu tumbuhan paku dari famili pteridaceae. Anggota dari genus ini memiliki daun kecil atau pinnae yang berbulu di atas dan bawah. Biasanya hidup di daerah kering, berbatu, tebing, dan lereng bukit (Mickel *et al*, 2004). Sori terletak di ujung daun bersebelahan dengan margin. Myriopteris memiliki rimpang bersisik seperti tombak dengan margin sedikit bergigi. Memiliki warna coklat hingga kehitaman.

Pteris merupakan tumbuhan paku yang terdiri dari 240-300 spesies terbagi di semua negara tropis dan subtropis (de Winter, 2003). Anggota genus Pteris memiliki morfologi yang beragam, mulai dari yang habitatnya terestrial dan epifit, sehingga genus Pteris bervariasi. Tumbuhan paku darigenus Pteris yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri yaitu *Pteris vitata*, *Pteris grandifolia*, dan *Pteris biaurita*. Ketiga tumbuhan tersebut ditemukan menempel di bebatuan. Genus Pteris memiliki rimpang tegak atau merayap,

biasanya pendek dan memiliki sisik pada rimpangnya. Stipe sering berambut di dasar yang luas, margin lebih sering tipis dari bagian tengah sisik, kadang-kadang berbulu. Daun fertil ujung benar semua lateral dan sorus linear tertutup ketika muda oleh indusium dari margin melipat tipis pada lamina. Spora tetrahedral, pucat hampir hitam, permukaannya biasanya lebih berkerut (Wijayanti, L. *et al*, 2015). *Pteris vitata* memiliki akar serabut, tinggi batang mencapai 20 cm, bentuk batang bulat dengan permukaan yang halus dan berwarna hijau kecoklatan. Selain itu memiliki daun majemuk menyirip genap dengan bentuk memanjang, ujung daun meruncing, tepi daun rata, daun berwarna hijau dengan permukaan daun yang kasar. Sorus pada *Pteris vitata* berwarna coklat terletak di permukaan bawah daun.

Cyclosorus merupakan genus tumbuhan paku yang tumbuh secara terestrial. Dari hasil penjelajahan yang telah dilakukan di Cagar Alam Imogiri ditemukan spesies *Cyclosorus interruptus*. Karakteristik yang dimiliki oleh genus *Cyclosorus* yaitu daun majemuk, tegak berwarna hijau dengan kedudukan anak daun yang selang seling. Tepi daun bergelombang dengan permukaan berbulu halus. Sorus terletak di bagian bawah daun dengan bentuk bulat atau bangun garis dan berwarna coklat kehitaman (Kinho, 2009).

Lygodium merupakan salah satu genus dari famili Lygodiaceae. Jenis tumbuhan dari famili Lygodiaceae ini hidup secara *terrestrial* karena memiliki akar yang menjalar ke dalam tanah. Batang *lygodium* membelit atau memanjat, terutama menempel pada tumbuhan lain dan hanya hidup di tempat terbuka karena paku jenis ini menyukai sinar matahari (LIPI, 1980).

Karakteristik yang dimiliki yaitu batangnya membelit atau memanjat, terutama menempel pada tumbuhan lain. Daun tumbuhan ini pada saat masih muda tegak lurus, mempunyai dua cabang utama berdaun besar dengan bentuk majemuk menyirip ganda cabang pertama dan bercabang lagi tak sama besar. Pada fase dewasa, daun seringkali berukuran panjang dengan taju-taju daun yang tersusun menyirip. Sorus genus ini terletak di bagian bawah helaian daun membentuk dua baris. Sorus tidak mempunyai indusium, tetapi ditutupi oleh lipatan daun (Sulastri, 2002). Adapun spesies dari genus *Lygodium* yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri yaitu *Lygodium flexuosum* dan *Lygodium mirophyllum*.

Berdasarkan penelitian dengan metode jelajah yang telah dilakukan keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan Cagar Alam Imogiri yang ditemukan adalah 30 spesies tumbuhan paku dari 8 famili dengan 14 genus. Famili terbanyak yang ditemukan adalah Pteridaceae yaitu berjumlah 13 spesies dan famili terbanyak kedua yaitu Polypodiaceae yang berjumlah 6 spesies. Genus dengan jumlah spesies terbanyak yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri adalah *Adiantum* berjumlah 5 spesies dan *Selaginella* dengan jumlah 4 spesies. Hasil penelitian tersebut masih bersifat sementara dan tidak menutup kemungkinan ditemukannya jenis tumbuhan paku lainnya, mengingat Cagar Alam Imogiri tersebut cenderung tidak terjamah karena berdekatan dengan Makam Raja-Raja yang dianggap sakral oleh masyarakat sekitar. Selain itu, dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa spesies tumbuhan paku yang jarang ditemui pada umumnya atau keberadannya yang

cenderung sangat minoritas dibandingkan tumbuhan paku lain yang ditemukan di kawasan Cagar Alam Imogiri dan dalam proses identifikasi membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan tumbuhan paku lainnya, diantaranya yaitu *Selaginella ciliaris* dan *Selaginella lutchuensis*. Berikut adalah deskripsi masing-masing spesies tersebut.



Gambar 8. Genus *Selaginella* (o) *Selaginella ciliaris* dan (p) *Selaginella lutchuensis*

Selaginella ciliaris merupakan tumbuhan paku dari famili Lycophyta. Spesies ini ditemukan menempel pada bebatuan yang lembab. Memiliki batang yang bulat, pendek merayap, menanjak, gundul, bersudut atau sulkat, bercabang tanpa batang utama yang berarti. *Selaginella ciliaris* memiliki daun berwarna hijau muda dan tersusun rapat seperti kipas atau bulat telur. Tepi daun bergerigi mengarah ke atas dan berukuran kecil, pelepah menonjol, daun ketiak berbentuk lanset hingga bulat telur, sporofil kehijau-hijauan.

Selaginella lutchuensis merupakan tumbuhan paku yang merambat hijau dan ditemukan menempel pada bebatuan yang lembab. Sisi bawah dan atas berdiferensiasi dan bercabang. Ada rizofor, pendek, berasal dari sisi atas batang. Daun berwarna hijau pada bagian pangkal dan hijau kekuningan pada ujung daun. Tropofil bagian tengah berbentuk bulat telur melekat pada alas

yang lebar. Tepi bergerigi longgar, strobilusnya biasanya tidak bergerombol (Ho ming Chang *et al*, 2009).

Selain *Selaginella ciliaris* dan *Selaginella lutchuensis*, terdapat 28 spesies yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri. Tumbuhan paku berdasarkan habitatnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu menempel pada tumbuhan lain, hidup di atas tanah, dan hidup di perairan. Tjitrosoepomo (2001) menjelaskan bahwa tumbuhan paku (Pteridophyta) dapat dibedakan menjadi tiga bagian penting berdasarkan habitat hidupnya yaitu paku yang hidup di air (paku akuatik), paku yang menempel di permukaan tanah (paku terestrial), dan paku yang menempel pada pohon (paku epifit).

Berdasarkan penelitian di Cagar Alam Imogiri, jenis habitat tumbuhan paku yang ditemukan yaitu menempel pada pohon dan terestrial di permukaan tanah serta bebatuan. Adapun spesies yang ditemukan menempel pada tumbuhan lain yaitu *Drynaria quercifolia*, *Drynaria sparsisora*, *Pyrrosia lanceolata*, *Pyrrosia longifolia*, *Pyrrosia pilpselloides*, *Davallia denticulata*, dan *Nephrolepis bisserata*. Sedangkan spesies yang ditemukan menempel di bebatuan (terestrial) yaitu *Tectaria sp.*, *Adiantum jordanii*, *Adiantum lunulatum*, *Adiantum raddianum*, *Adiantum tenerum*, *Adiantum sp.*, *Cheilanthes chusana*, *Cheilanthes contigua*, *Cheilantes marginata*, *Cheilosoria tenuifolia*, *Myriopteris aurea*, *Pteris biaurita*, *Pteris grandifolia*, *Pteris vitata*, *Selaginella ciliaris*, *Selaginella intermedia*, *Selaginella krausiana*, dan *Selaginella lutchuensis*. Sedangkan, spesies yang ditemukan tumbuh di atas tanah (terestrial) yaitu *Phymatosorus scolopendria*, *Tectaria*

sp., *Cyclosorus interruptus*, *Lygodium flexuosum*, dan *Lygodium microphyllum*.

Tumbuhan paku selain memiliki karakteristik habitat yang berbeda, tumbuhan paku juga memiliki karakteristik morfologi spora yang dapat diidentifikasi melalui bentuk, ukuran, dan tipe spora. Karakteristik spora yang telah diidentifikasi nantinya berfungsi dalam pengklasifikasian tumbuhan paku. Menurut Irene Rosalin (2014) terdapat empat macam indusium yaitu lembaran, bundar, ginjal, dan mangkuk. Hal ini juga dijelaskan oleh Gembong (2007) bahwa karakteristik sorus berupa bentuk, warna, tempat sorus, dan ada tidaknya indusium. Letak sorus pada tepi atau dekat tepi daun, dapat pula pada urat daun, berbentuk garis, memanjang dan bulat.

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa tumbuhan paku yang ditemukan di Cagar Alam Imogiri memiliki warna spora yang bermacam-macam, yaitu coklat, kuning, hitam, dan coklat gelap bergaris. Tumbuhan paku yang memiliki sorus berwarna coklat dengan pola penyebaran tidak beraturan yaitu *Drynaria sparsisora*, *Phymatosorus scolopendria*, *Tectaria sp.*, sedangkan sorus berwarna coklat dengan pola penyebaran beraturan yaitu *Pyrrosia lanceolata*, *Pyrrosia longifolia*, *Pyrrosia piloselloides*, *Davallia denticulata*, *Nephrolepis bisserata*, *Adiantum lunulatum*, *Adiantum raddianum*, *Adiantum tenerum*, *Pteris biaurita*, *Pteris grandifolia*, dan *Pteris vitata*.

Cheilosoria tenifolia dan *Cheilanthes contigua* merupakan tumbuhan paku yang memiliki sorus berwarna kuning dengan pola penyebaran

beraturan. Sedangkan tumbuhan paku yang memiliki sorus berwarna hitam yaitu *Myriopteris aurea*, *Cheilanthes marginata*, *Cheilanthes chusana*, dan *Drynaria quercifolia*. Selanjutnya *Lygodium flexuosum* dan *Lygodium microphyllum* memiliki sorus berwarna coklat dengan garis pada tepi daun.

B. Pengembangan Booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Cagar Alam Imogiri

Penelitian ini menghasilkan produk berupa booklet tentang keanekaragaman tumbuhan paku di kawasan Cagar Alam Imogiri. Proses pembuatan produk ini menggunakan software *CorelDraw 2018* dan *Microsoft Word 2007*. *CorelDraw 2018* digunakan untuk membuat desain cover *booklet* dan background layout, mengatur tata letak, *layouting* halaman. Sedangkan untuk menyusun konten *booklet* menggunakan *Microsoft Word 2007*.

Booklet dipilih sebagai media pembelajaran untuk siswa SMA ataupun masyarakat umum karena bentuknya yang sederhana dan banyaknya warna serta gambar yang ditampilkan. Selain itu, *booklet* dapat dibaca dimanapun dan kapanpun sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa dan menarik minat dan perhatian siswa (Pralisaputri *et al*, 2015).

1. Pengeditan foto atau gambar spesies

Sebelum melakukan pengeditan foto atau gambar spesies, hal yang harus dipersiapkan dalam tahap ini adalah memilah foto tumbuhan hasil penelitian yang memerlukan pengeditan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam pembuatan *booklet*. Kriteria foto yang memerlukan

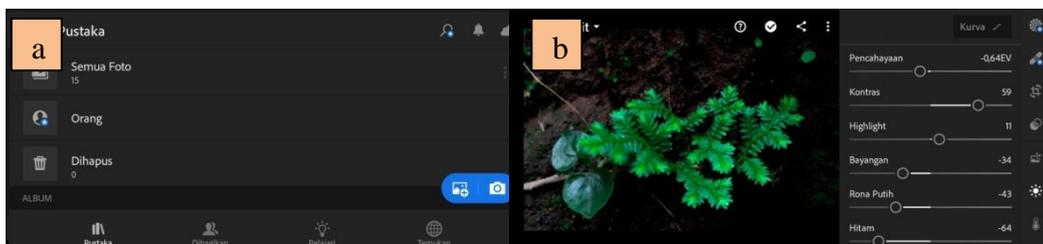
pengeditan adalah foto yang gelap ataupun foto yang memiliki resolusi gambar yang rendah. Foto yang telah melalui pengeditan digunakan sebagai detail dari suatu bagian tumbuhan atau perbesaran dari suatu bagian tumbuhan. Selain itu proses pengeditan juga dilakukan untuk memberikan warna yang lebih terang dan menarik pada foto. Proses pengeditan menggunakan software aplikasi *lightroom*. Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- a. Membuka aplikasi *lightroom* di komputer.



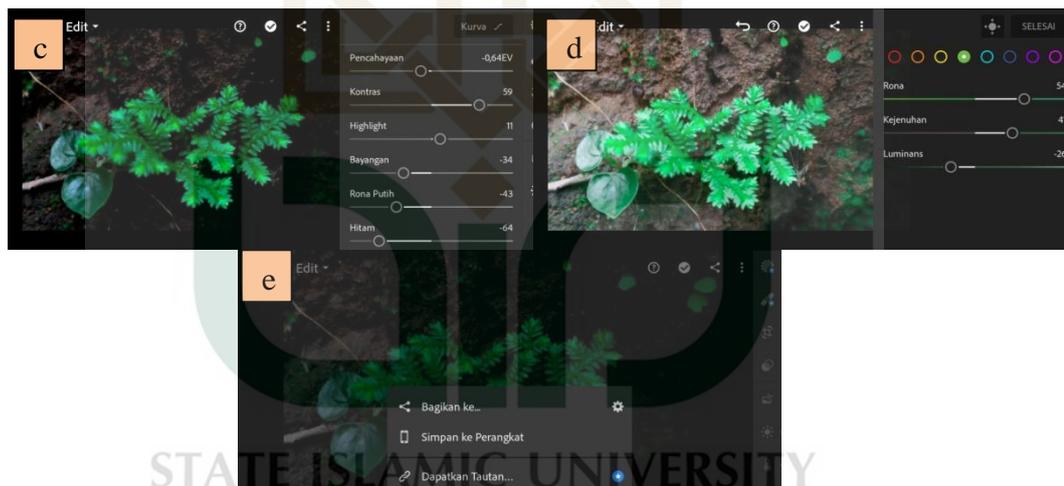
Gambar 9. Logo aplikasi *Lightroom*

- b. Memilih foto yang hendak diedit dengan cara klik icon '+' samping ikon kamera untuk mengunggah foto.
- c. Membuka foto yang sudah dipilih untuk memulai proses pengeditan gambar.



Gambar 10. (a) Tampilan awal aplikasi *lightroom* dan (b) Tampilan foto yang sudah dipilih

- d. Selanjutnya, jika ingin mengatur tingkat kecerahan klik ikon “cahaya” pada bagian samping.
- e. Langkah selanjutnya, jika warna gambar ingin diubah maka klik ikon “temperatur warna” pada bagian samping. Kemudian atur warna sesuai keinginan.
- f. Setelah selesai mengedit foto atau gambar, tahap terakhir menyimpan gambar dengan cara klik ikon “berbagi” kemudian akan muncul tampilan seperti di bawah, selanjutnya pilih “simpan ke perangkat”.



Gambar 11. (c) Tampilan menu pengaturan cahaya, (d) Tampilan tahap pengaturan warna pada gambar, dan (e) Tahap penyimpanan gambar

2. Pembuatan desain cover/sampul

Penyusunan *booklet* dilakukan dengan menentukan perencanaan yang sistematis. Pertama menentukan tema dan desain tata letak. Kedua menyiapkan foto tumbuhan hasil penelitian dengan kualitas yang bagus. Ketiga mengumpulkan materi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, *e-book* dan lainnya. Materi yang akan dijadikan isi/konten *booklet* berupa

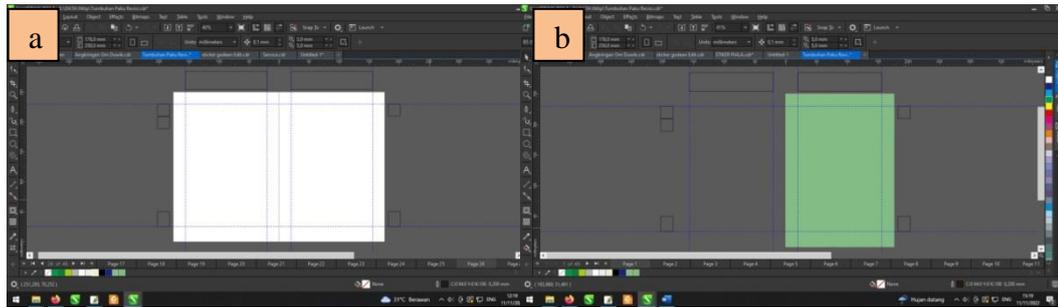
nama lokal, klasifikasi, penjelasan deskripsi morfologi dan manfaat tumbuhan tersebut. Keempat pembuatan cover dengan menggunakan *CorelDraw 2018*. Kelima, penyusunan konten isi *booklet*. Keenam, *finishing*. Berikut ini adalah langkah-langkah untuk membuat cover *booklet*:

- a. Membuka aplikasi software *CorelDraw 2018*. Buka aplikasi *Corel Draw 2018* pada PC yang telah terinstal dengan klik kanan *icon* seperti di atas kemudian pilih *open*, atau *double click* kiri.



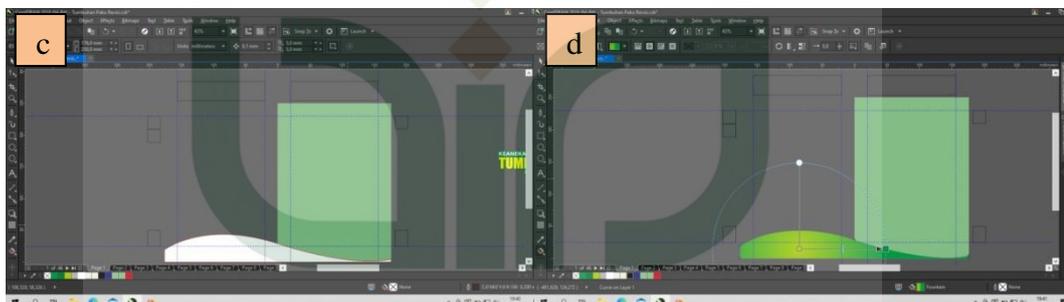
Gambar 12. Logo *CorelDraw 2018*

- b. Membuka dokumen baru di *CorelDraw 2018* disesuaikan ukuran *booklet* B5 18 cm x 25 cm.
- c. Membuat kotak/ *rectangel tool* disesuaikan dengan kertas ukuran *booklet*, lalu dicopy untuk membuat 2 kertas untuk cover depan dan belakang.
- d. Pembuatan desain cover depan, dilakukan dengan memberi warna pada lembar cover bagian depan terlebih dahulu dengan menggunakan *Interactive Fill Tool*.



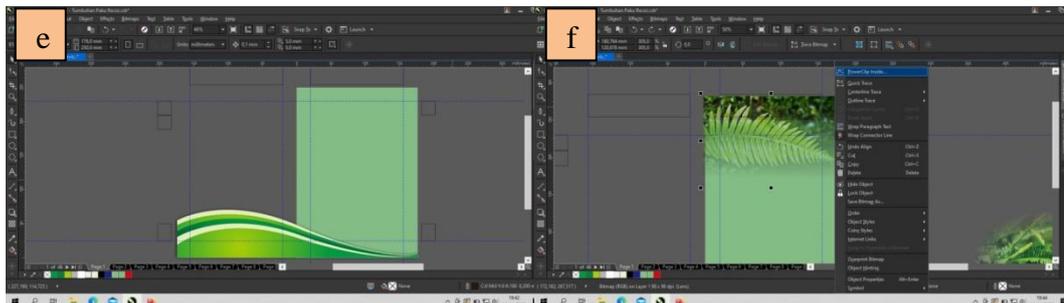
Gambar 13. (a) Blank Paper untuk cover depan dan belakang, dan (b) Pembuatan desain cover bagian depan

- e. Menambahkan garis pada bagian bawah *cover* depan maupun belakang sebagai hiasan. Penambahan garis dilakukan dengan cara membuat garis lengkung menggunakan *pen tool*.
- f. Setelah menambah garis pada cover, selanjutnya memberikan warna pada garis yang sudah ditambahkan.



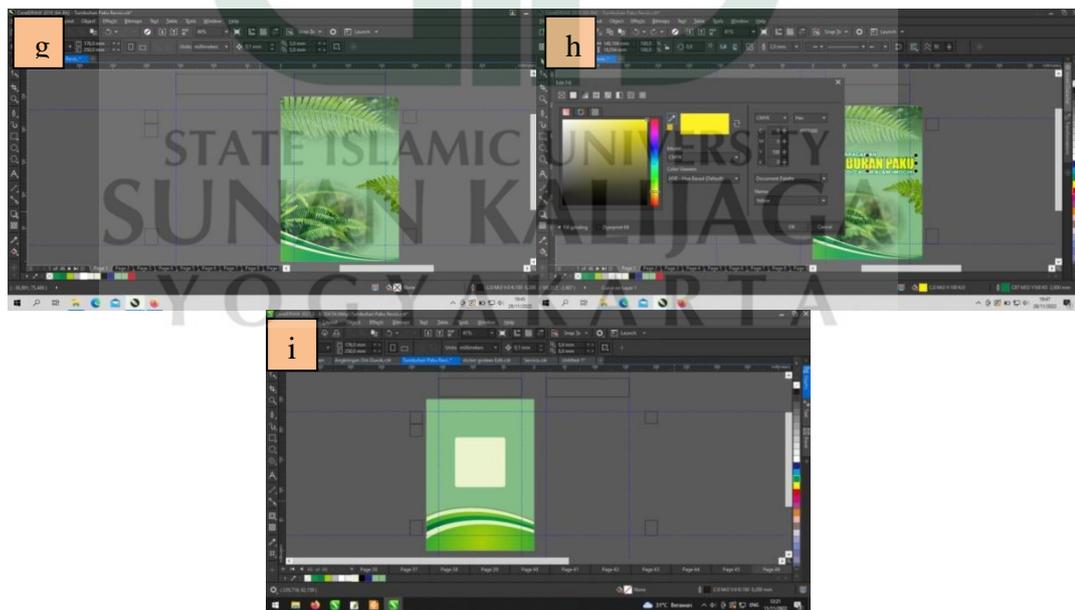
Gambar 14. (c) Pembuatan desain cover bagian depan dan (d) Pemberian warna pada elemen garis cover

- g. Penambahan elemen garis dan warna dilakukan dua kali dengan menggunakan *pen tool* pada bagian garis yang telah ditambahkan sebelumnya.
- h. Selanjutnya memasukan foto untuk cover. Cara memasukan foto yaitu menggunakan *power clip*.



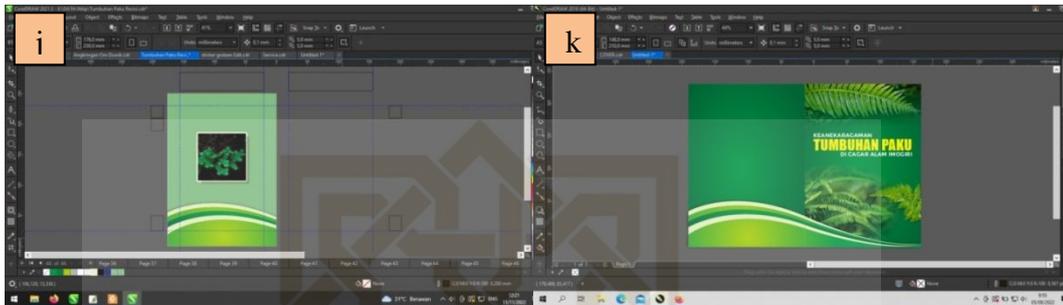
Gambar 15. (e) Pemberian elemen garis dan warna pada cover dan (f) Importing images untuk cover bagian depan

- i. Selanjutnya memasukan foto yang hendak ditambahkan pada cover. menggunakan *power clip*.
- j. Langkah selanjutnya menyisipkan judul dan pemberian warna pada cover.
- k. Langkah selanjutnya pembuatan cover belakang dengan menambahkan kotak gambar menggunakan *rectangel* dan diberi warna dengan klik kotak lalu pilih warna pada *color palette* yang tersedia.



Gambar 16. (g) Tampilan cover depan setelah selesai importing images, (h) Penyisipan judul dan pemberian warna pada cover, dan (i) Pembuatan kotak gambar dan pemberian warna pada cover

- l. Menyisipkan gambar pada kotak yang telah dibuat menggunakan *power clip*.
- m. *Cover* selesai didesain



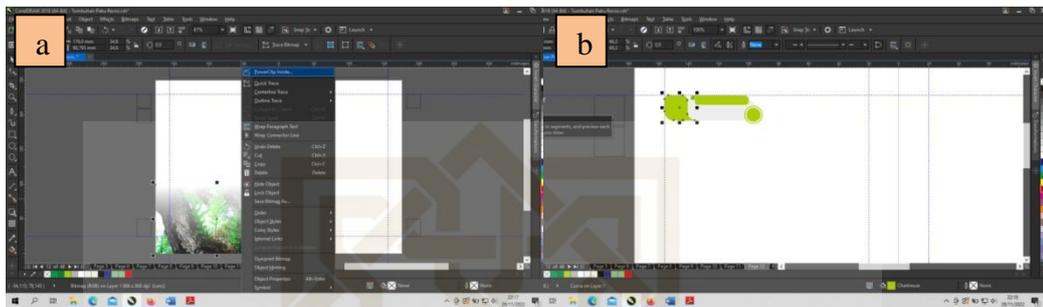
Gambar 17. (j) Penambahan gambar pada cover dan (k) Hasil desain cover

3. Pembuatan konten isi pada *Booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan konten isi *Booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri antara lain;

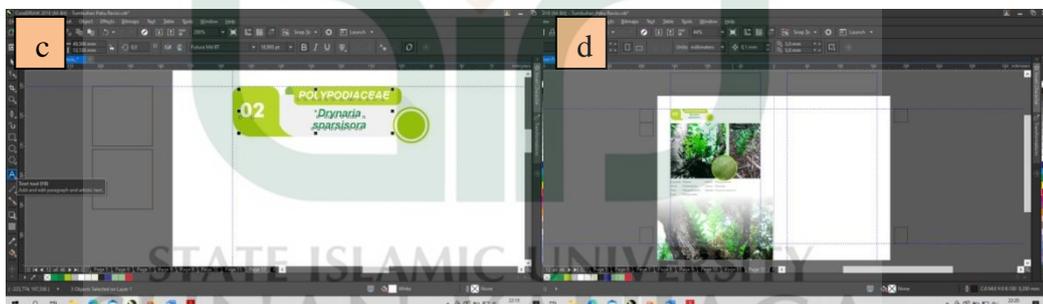
- a. Membuka aplikasi software *corelDraw* 2018.
- b. Membuat halaman kerja baru dengan mengatur ukuran kertas B5 yaitu 18,2 cm x 25,7 cm.
- c. Setelah mengatur layout kemudian dilanjutkan dengan penyisipan background untuk konten *booklet*. Setiap halaman memiliki gambar *background* yang berbeda disesuaikan dengan spesies yang dijelaskan. Proses penyisipan disesuaikan dengan ukuran kertas menggunakan *power clip*.

- d. Membuat *mockup* judul spesies yang akan dijelaskan menggunakan *pen tool*, bentuk *mockup* judul disesuaikan dengan bentuk yang diinginkan.



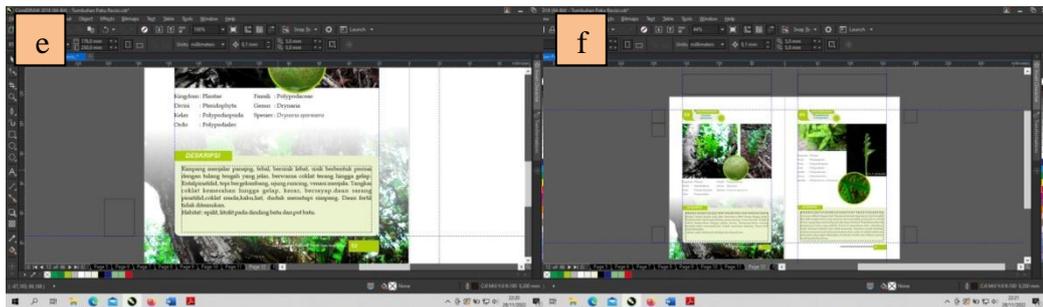
Gambar 18. (a) Penyisipan gambar background dan (b) Pembuatan mockup judul spesies

- e. Penyisipan teks pada judul menggunakan *text tool*.
- f. Penataan gambar pada booklet dilakukan dengan menyisipkan gambar sesuai spesies yang akan dijelaskan.



Gambar 19. (c) Penyisipan teks pada mockup judul dan (b) Penataan gambar spesies pada booklet

- g. Penyisipan deskripsi menggunakan *text tool* dengan membuat *rectangle* terlebih dahulu.
- h. Tampilan hasil akhir konten pada salah satu isi *booklet*.



Gambar 20. (a) Penyisipan deskripsi spesies pada booklet dan (b) Tampilan hasil akhir isi booklet

C. Uji Kelayakan Booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku di Cagar Alam Imogiri

Pada tahap ini dilakukan penilaian atau validasi produk oleh para ahli dan *peer reviewer*. Ahli terdiri dari 1 ahli materi, 1 ahli media, *peer reviewer* terdiri dari 5 orang yang berasal dari teman sejawat yang telah lulus mata kuliah sistematika tumbuhan dan sedang atau telah melakukan penelitian pengembangan. Sebelum melakukan penilaian booklet tumbuhan ini dikonsultasikan terlebih dahulu dengan dosen pembimbing. Setelah itu langkah selanjutnya adalah penilaian sehingga akan diperoleh masukan dari ahli materi, ahli media dan *peer reviewer*. Saran dan masukan dijadikan standar perbaikan penyempurnaan booklet. Selain itu produk juga dinilai oleh 2 guru biologi dan 15 siswa SMA Muhammadiyah Pleret.

1. Penilaian Ahli Media

Booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri divalidasi oleh ahli media yang sesuai dengan bidangnya, desain komunikasi visual. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan *booklet* sebagai media pembelajaran ditinjau dari Desain Komunikasi Visual (DKV). Penilaian dilakukan untuk mengetahui

apakah sudah layak digunakan sebagai sumber belajar atau masih perlu perbaikan kembali. Validasi oleh ahli media ini menekankan pada kualitas desain grafis, tampilan dan keterlaksanaan.

Berdasarkan hasil penilaian yang telah dilakukan, tidak ada masukan dan saran dari ahli media untuk meningkatkan kelayakan *booklet*. Ahli media memberikan penilaian bahwa *booklet* sudah memiliki kualitas yang baik sehingga layak digunakan tanpa perbaikan.

Tabel 6. Hasil pencapaian skor penilaian oleh ahli media

No.	Aspek	Skor Max	Perolehan skor	Persentase (%)	Kualitas
1	Tampilan dan grafis	55	44	80	Baik
2	Penyajian	35	28	80	Baik
3	Keterlaksanaan	10	8	80	Baik
Jumlah		100	80	80	Baik

Hasil penilaian ahli media menunjukkan bahwa *booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri memiliki skor ideal yaitu 80% meliputi aspek tampilan dan grafis dengan presentase 80%, aspek penyajian 80%, dan aspek keterlaksanaan 80%. Penilaian produk dari ahli media secara keseluruhan termasuk dalam kategori kualitas yang baik. Hal ini dikarenakan tampilan *booklet* yang didasarkan ditekankan tampilan *booklet* yang menarik.

2. Penilaian Ahli Materi

Booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri yang telah dibuat dan ditinjau oleh dosen pembimbing

selanjutnya divalidasi oleh ahli materi. Ahli materi disini merupakan dosen yang ahli dalam bidang ilmu taksonomi tumbuhan, struktur dan perkembangan tumbuhan, serta sistematika tumbuhan. Ahli materi bertugas menilai konten materi, penampilan dan penyajian gambar, kelayakan bahasa dan nama ilmiah dalam produk sekaligus memberikan masukan dan saran untuk meningkatkan kelayakan produk yaitu *Booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri. Penilaian oleh ahli materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan booklet sebagai sumber belajar ditinjau dari materi yang disajikan.

Berdasarkan hasil penilaian yang telah dilakukan, tidak ada masukan dan saran dari ahli materi untuk meningkatkan kelayakan *booklet*. Ahli materi memberikan penilaian bahwa booklet sudah memiliki kelayakan yang baik sehingga layak digunakan tanpa perbaikan.

Tabel 7. Hasil pencapaian skor penilaian oleh ahli materi

No.	Aspek	Skor Max	Perolehan skor	Persentase (%)	Kualitas
1	Kelayakan materi	45	43	95	Sangat Baik
2	Tampilan dan penyajian gambar	40	36	90	Sangat Baik
3	Kelayakan bahasa dan nama ilmiah	40	38	95	Sangat Baik
Jumlah		125	117	93,3	Sangat Baik

Hasil penilaian ahli materi menunjukkan bahwa *booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri memiliki skor ideal yaitu 93,3% meliputi aspek kelayakan materi dengan persentase 90%, aspek tampilan dan penyajian gambar 95%, dan aspek kelayakan bahasa dan nama ilmiah 95%. Penilaian produk dari ahli media secara keseluruhan termasuk dalam kategori kualitas yang sangat baik. Hal ini dikarenakan tampilan *booklet* yang didasarkan ditekankan tampilan *booklet* yang menarik.

3. Penilaian *Peer Reviewer*

Booklet Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri yang telah dinilai oleh ahli media dan ahli materi selanjutnya dinilai oleh *peer reviewer* yang terdiri dari lima orang. Lima orang tersebut merupakan mahasiswa pendidikan biologi yang telah lulus mata kuliah struktur dan perkembangan tumbuhan, sistematika tumbuhan dan media pembelajaran dengan nilai yang diperoleh minimal B.

Masukan dari *peer reviewer* yaitu terkait tampilan dan penyajian *booklet*. Salah satunya penambahan gambar pada cover belakang. Tujuannya agar *booklet* lebih menarik sehingga pembaca akan tertarik lewat tampilan cover yang disajikan oleh penulis. Beberapa masukan dan saran dari *peer reviewer* sebagai berikut.

Tabel 8. Masukan dan saran peer reviewer

No	Masukan dan Saran	Tindak Lanjut
1.	Cover belakang ditambahkan gambar	Sudah diperbaiki.



(a) Sebelum diperbaiki



(b) sesudah diperbaiki

Setelah menindaklanjuti masukan dan saran dari *peer reviewer*, kemudian dilakukan penilaian. Berikut hasil penilaian dari *peer reviewer*.

Tabel 9. Hasil pencapaian skor penilaian oleh *peer reviewer*

No	Aspek	Skor Max	Perolehan skor	Persentase (%)	Kualitas
1	Penyajian materi	45	42	83,3	Sangat Baik
2	Kebahasaan	15	13,6	90,6	Sangat Baik
3	Tampilan	15	14,2	94,6	Sangat Baik
4	Penyajian Gambar	15	14,8	98,6	Sangat Baik
5	Keterlaksanaan	10	9,4	94	Sangat Baik
Total		100	94	94,2	Sangat Baik

Hasil penilaian oleh *peer reviewer* mendapatkan hasil untuk aspek penyajian materi memiliki persentase 83,3%, aspek kebahasaan 90,6%, aspek tampilan 94,6%, aspek penyajian gambar 98,6% dan aspek

keterlaksanaan 94%. Sedangkan penilaian booklet keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di cagar alam imogri secara keseluruhan memiliki persentase ideal yaitu 94,2% masuk dalam kategori sangat baik.

4. Penilaian guru

Setelah *booklet* keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri dinilai oleh para ahli, *peer reviewer*, dan guru biologi, selanjutnya penilaian yang dilakukan oleh siswa. Penilaian ini dilakukan dengan uji coba terbatas kepada siswa SMA Muhammadiyah Pleret yang sudah pernah menerima materi keanekaragaman hayati dan plantae. Sekolah ini dipilih karena lokasi penelitian yang mudah dijangkau dengan SMA Muhammadiyah Pleret. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan *booklet* sebagai sumber pembelajaran siswa. Komponen yang dinilai oleh para siswa meliputi aspek tampilan, aspek bahasa, aspek penyajian, dan aspek motivasi.

Berdasarkan hasil penilaian yang telah dilakukan, tidak ada masukan dan saran dari guru untuk meningkatkan kelayakan *booklet*. Guru memberikan penilaian bahwa booklet sudah memiliki kelayakan yang baik sehingga layak digunakan tanpa perbaikan. Berikut hasil penilaian yang dilakukan oleh guru.

Tabel 10. Hasil pencapaian skor penilaian oleh guru

No	Aspek	Skor Max	Perolehan skor	Persentase (%)	Kualitas
1	Kelayakan materi	45	37,5	83,3	Sangat Baik
2	Bahasa	15	13,5	90	Sangat Baik
3	Tampilan	15	13,5	90	Sangat Baik
4	Penyajian	15	14,5	96,7	Sangat Baik
5	Keterlaksanaan	10	9,5	95	Sangat Baik
Total		100	88,5	90	Sangat Baik

5. Penilaian siswa

Setelah *booklet* keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri dinilai oleh para ahli, *peer reviewer*, dan guru biologi, selanjutnya penilaian yang dilakukan oleh siswa. Penilaian ini dilakukan dengan uji coba terbatas kepada siswa SMA Muhammadiyah Pleret yang sudah pernah menerima materi keanekaragaman hayati dan plantae. Sekolah ini dipilih karena lokasi penelitian yang mudah dijangkau dengan SMA Muhammadiyah Pleret. Uji coba ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan *booklet* sebagai sumber pembelajaran siswa. Komponen yang dinilai oleh para siswa meliputi aspek tampilan, aspek bahasa, aspek penyajian, dan aspek motivasi.

Berdasarkan hasil penilaian yang telah dilakukan, tidak ada masukan dan saran dari peserta didik untuk meningkatkan kelayakan *booklet*. Peserta didik memberikan penilaian bahwa *booklet* sudah

memiliki kelayakan yang baik sehingga layak digunakan tanpa perbaikan. Berikut hasil penilaian yang dilakukan oleh peserta didik.

Tabel 11. Hasil pencapaian skor penilaian oleh siswa

No.	Aspek	Skor Max	Perolehan skor	Persentase (%)	Kualitas
1	Tampilan	30	27,4	91,3	Sangat Baik
2	Bahasa	15	13,7	91,3	Sangat Baik
3	Penyajian	30	28	93,3	Sangat Baik
4	Motivasi	15	13,1	87,3	Sangat Baik
Jumlah		90	82,2	90,8	Sangat Baik

Berdasarkan hasil respon dari siswa, menunjukkan bahwa *Booklet* Keanekaragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri secara keseluruhan memiliki kelayakan sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil persentase ideal yang diperoleh sebesar 90,8%. Hal ini terbukti dari persentase aspek tampilan 91,3%, aspek bahasa 91,3%, aspek penyajian 93,3%, dan aspek motivasi 87,3%.

Hasil keseluruhan validasi menunjukkan bahwa *booklet* keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri memiliki kelayakan sangat baik dan layak digunakan sebagai sumber belajar khususnya biologi. Rata-rata persentase keidealan dari seluruh penilai adalah 89,7%. Penilaian dari setiap validator menunjukkan persentase keidealan sangat baik. Persentase tertinggi diberikan oleh peer reviewer dengan persentase sebesar 94,2% dan memiliki kategori sangat baik. Sedangkan persentase terendah diberikan oleh ahli media dengan

persentase sebesar 80% dengan kategori baik. Selain itu, persentase yang diberikan oleh ahli materi sebesar 93,3% yang menunjukkan kategori sangat baik. Sedangkan persentase yang diberikan oleh guru biologi dan siswa secara berturut-turut yaitu 90% dan 90,8% dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa booklet keanekaragaman tumbuhan paku (pteridophyta) di Cagar Alam Imogiri layak digunakan sebagai sumber belajar biologi.

Booklet keanekaragaman tumbuhan paku (pteridopyta) di Cagar Alam Imogiri ini dapat digunakan sebagai sumber belajar atau media pembelajaran untuk siswa SMA kelas X maupun umum. Hal ini dikarenakan booklet memuat informasi mengenai tumbuhan paku yang ada di Cagar Alam Imogiri. Materi yang termuat di dalam booklet dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran keanekaragaman tumbuhan. Selain itu, dapat membantu proses pembelajaran dengan memanfaatkan lingkungan sekitar khususnya Cagar Alam Imogiri sebagai sumber belajar. Sehingga siswa lebih mudah memahami materi dan mengetahui potensi lokal di kawasan Cagar Alam Imogiri.

Materi plantae memiliki lingkup pembahasan yang luas, salah satunya mengidentifikasi tumbuhan berdasarkan kelompoknya yaitu lumut, paku, dan tumbuhan berbiji. Akan tetapi di dalam booklet ini hanya memuat informasi tentang klasifikasi serta deskripsi morfologi tumbuhan paku. Selain itu booklet ini juga dilengkapi dengan foto-foto tumbuhan paku yang mudah dijumpai di lingkungan sekitar seperti

sekolah maupun rumah. Booklet termasuk salah satu media yang dapat digunakan siswa maupun masyarakat umum untuk mengatasi kesulitan belajar siswa dalam mengenali perbedaan gambar mati atau gambar diam (*still picture*). Gambar diam pada umumnya digunakan dalam pembelajaran yaitu potret, kartu posm ilustrasi dari buku, katalog, ataupun gambar cetak (Widalismana, 2016).

Selain bermanfaat untuk siswa, booklet ini juga bermanfaat untuk guru, mahasiswa, maupun masyarakat umum. Salah satunya dapat digunakan oleh guru sebagai media tambahan dalam pembelajaran sehingga proses pembelajaran dapat berjalan lebih efektif dan maksimal. Sedangkan manfaat booklet ini untuk mahasiswa khususnya jurusan Biologi dan Pendidikan Biologi yakni dapat mendukung proses perkuliahan di bidang taksonomi dan identifikasi tumbuhan. Selanjutnya untuk masyarakat umum, booklet ini dapat dijadikan referensi bacaan untuk mengetahui jenis tumbuhan paku yang sering dijumpai di pekarangan rumah maupun taman kota.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA