

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Laboratorium

Ditinjau dari segi bahasa atau etimologi kata “laboratorium” bersumber dari kata latin yang memiliki arti “tempat bekerja” dan perkembangannya kata “laboratorium” tetap menegakkan kata orisinilnya yaitu “tempat bekerja”, namun terbatas hanya untuk kebutuhan penelitian ilmiah (Kertiasa, 2006). Laboratorium pada umumnya dideskripsikan menjadi suatu area atau kamar dimana tindakan penelitian atau eksperimen, praktikum dan investigasi dilakukan. Area tersebut boleh berupa gedung yang disekat oleh pembatas dan atap atau alam terbuka contohnya yaitu kebun botani. Dalam dunia persekolahan seringkali laboratorium dimaknai secara sempit yaitu sebagai suatu ruangan yang terbatas dan tertutup dengan dilengkapi peralatan dan bahan praktikum (Lilisari, 2016)

Beberapa definisi laboratorium ditinjau dari beberapa sumber yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Definisi Laboratorium

| No. | Sumber | Definisi Laboratorium |
|-----|-----------------|---|
| 1. | Kamus Biologi | Laboratorium adalah ruang kerja khusus untuk percobaan-percobaan ilmiah yang dilengkapi dengan peralatan tertentu |
| 2. | Kamus Cambridge | Tempat di mana percobaan ilmiah dilakukan atau tempat di mana obat-obatan dan lain-lain disiapkan. |
| 3. | (Seyoum, 2006) | Laboratorium adalah tempat yang dilengkapi dengan berbagai alat, peralatan, dan bahan kimia (reagen) dan lain-lain, untuk melakukan pekerjaan eksperimental, kegiatan penelitian, dan prosedur investigasi. |
| 4. | Sukarso, (2005) | Laboratorium adalah suatu daerah dimana tindakan |

| | | |
|----|---------------------|--|
| | | aktivitas kerja untuk memproduksi sesuatu. Daerah ini dapat berbentuk suatu ruangan tertutup, kamar, atau lokasi terbuka, contohnya kebun dan lain-lain. |
| 5. | Miarso (2007) | Laboratorium ialah fasilitas dalam kegiatan belajar mengajar. Maksud dari fasilitas adalah semua macam instrumen dan media fisik. Instrumen dapat berupa peralatan yang dibutuhkan untuk menghasilkan, pengalokasian, aktivitas belajar, ataupun untuk pendukung bantuan dan evaluasi. |
| 6. | Emha, (2006) | Laboratorium sebagai suatu tempat untuk melangsungkan percobaan, penyelidikan, dan yang serupa serta berkaitan dengan ilmu fisika, kimia, dan biologi atau bidang ilmu lain |
| 7. | Widiyatmoko, (2008) | Laboratorium adalah tempat riset ilmiah, eksperimen, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah yang dilakukan. Laboratorium biasanya dibuat untuk memungkinkan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut secara terkendali. Laboratorium ilmiah biasanya dibedakan menurut disiplin ilmunya |
| 8. | Daryanto, (2018) | Laboratorium adalah lokasi belajar mengajar dengan cara praktikum yang mampu membangun pengalaman belajar yang mana berhubungan dengan beragam alat dan bahan untuk mengamati fenomena-fenomena yang dapat diamati secara langsung dan menguji kebenarannya sendiri sesuatu yang telah dipelajari. |

Berdasarkan definisi-definisi tersebut disimpulkan bahwa laboratorium adalah suatu tempat atau ruang terbuka atau tertutup yang dilengkapi dengan sarana

peralatan atau fasilitas fisik untuk digunakan sebagai terlaksanakannya kegiatan kerja berupa penelitian atau riset ilmiah, percobaan, observasi/pengamatan, penyelidikan, pengukuran, pengujian sampel, analisis data, pembelajaran dan pengembangan yang di dalamnya seseorang berinteraksi secara langsung dengan objek dan itu berhubungan dengan ilmu fisika, kimia, biologi atau bidang ilmu lain untuk menghasilkan sesuatu.

2.1.2 Fungsi Laboratorium

Suatu pembelajaran sebaiknya dipadukan antara pembelajaran di dalam kelas dan di luar kelas (ruang terbuka/lapangan). Pembelajaran akan lebih baik jika dipadukan dengan ruang terbuka karena akan memberikan efek yang positif untuk perkembangan (Vera, 2012). Hal itu karena aktivitas di lapangan akan memberikan gambaran langsung secara nyata tentang teori-teori yang telah dipelajari sehingga adanya pembuktian teori dan kenyataan membuat pembelajaran lebih bermakna (Rohim & Asmana, 2018).

Proses pembelajaran di luar ruangan di desain bertujuan agar dapat mempelajari langsung materi pelajaran yang diperoleh dengan objeknya (Hamiyah & Jauhar, 2014). Salah satu fungsi pembelajaran di luar kelas (lapangan) akan meminimalisasi miskonsepsi atau persepsi dari materi yang dibahas di dalam kelas (Cintami & Mukminan, 2018). Dalam pembelajaran biologi sangat dibutuhkan keterampilan (*skill*) untuk memahami materi-materinya sehingga sudah seharusnya dilakukan proses pembelajaran langsung di lapangan (Sudargo, 2016).

Menurut Richard (2013), laboratorium harus dilengkapi dengan berbagai sarana prasarana untuk kebutuhan percobaan. Laboratorium sebagai tempat kegiatan riset, penelitian, percobaan, pengamatan, serta pengujian ilmiah memiliki banyak fungsi, yaitu:

1. Menyeimbangkan teori dan praktik serta mengintegrasikan teori dan praktik.
2. Memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi para peneliti, baik dari kalangan peserta didik, mahasiswa, dosen, atau peneliti lainnya. Hal ini disebabkan

laboratorium tidak hanya menuntut pemahaman terhadap objek yang dikaji, tetapi juga menuntut seseorang untuk melakukan eksperimentasi.

3. Memberikan dan memupuk keberanian para peneliti (yang terdiri dari pelajar, mahasiswa, dosen dan semua praktisi ilmiah lainnya) untuk mencari hakikat ilmiah dari suatu objek ilmiah di lingkungan alam dan sosial.
4. Meningkatkan keterampilan dan keahlian peneliti dalam menggunakan media alat-alat yang tersedia di laboratorium untuk mencari dan menentukan kebenaran ilmiah sesuai dengan berbagai macam penelitian atau percobaan yang akan dilakukan.
5. Menumbuhkan rasa ingin tahu pada diri peneliti tentang berbagai macam ilmu pengetahuan sehingga akan mendorong mereka untuk selalu belajar dan mencari penemuan-penemuan ilmiah dengan cara penelitian, uji coba, dan eksperimen.
6. Laboratorium dapat menumbuhkan dan memupuk rasa percaya diri para peneliti terhadap kemampuan yang diperoleh atau temuan-temuan yang diperoleh dalam proses kegiatan kerja di laboratorium.
7. Laboratorium dapat menjadi sumber belajar untuk memecahkan berbagai masalah melalui kegiatan praktik, baik itu masalah dalam pembelajaran, masalah akademik, maupun masalah yang terjadi ditengah masyarakat yang membutuhkan penanganan dengan uji laboratorium.
8. Laboratorium dapat menjadi sarana belajar bagi para peserta didik, mahasiswa, dosen, aktivis, peneliti dan lain-lain untuk memahami segala ilmu pengetahuan yang masih bersifat abstrak sehingga menjadi sesuatu yang bersifat konkret dan nyata.

2.1.3 Jenis-jenis Laboratorium

Terdapat beberapa jenis/ klasifikasi laboratorium berdasarkan pendekatan yang berkembang di masyarakat. Menurut Mustaji (2009), dalam Zulaikha (2015), menyebutkan terdapat delapan jenis laboratorium yang digunakan masyarakat, yaitu:

1. *Personalized System Of Instruction (PSI)*, merupakan jenis laboratorium bertujuan untuk mengembangkan kemampuan bersifat behavioristik (berfokus pada

kebutuhan-kebutuhan individu sebagai pendekatan belajar dalam mempelajari sesuatu). Kemampuan belajar yang menjadi fokus setiap individu berbeda-beda mencakup aspek bakat, minat, kecepatan belajar serta kemampuan lainnya yang diklasifikasikan dalam jenis kecerdasan belajar. Mengembangkan kemampuan individu dengan memberikan stimulus tertentu sebagai motivasi dalam mengembangkan kemampuan.

2. *Audio Tutorial Method (A-T)*, Merupakan jenis laboratorium yang dikembangkan oleh Portlethwart (1969-1972), menggunakan audio sebagai media belajar melalui metode ceramah didasarkan pada kecepatan belajar. Dengan karakteristik:
 - a. Media audio sebagai tutorial untuk mengatasi kelas besar, bimbingan diberikan dalam pita kaset dan program belajar didasarkan pada irama kerja.
 - b. Ceramah dalam bentuk kaset bersifat motivasi, sehingga diperlukan umpan balik melalui pelaksanaan tes.
 - c. Terintegrasi antara teori dan praktik.
3. *Computer Assisted Learning (CAL)*, merupakan laboratorium media belajar untuk menguasai komputer serta berbagai software, melalui model atau simulasi proses tertentu. (*CAL*) dalam bidang pendidikan memiliki dua peran yaitu sebagai manajer dalam proses pembelajaran dan pembantu tambahan dalam mendukung pembelajaran serta pelatihan melalui penyajian informasi materi.
4. *Learning Aids Laboratory (LAL)*, merupakan laboratorium pusat mahasiswa terlibat dalam belajar secara individual menggunakan sarana laboratorium (AVA, Komputer, pameran, percobaan sendiri atau studi referensi) dapat memilih mempelajari kemampuan tertentu, sesuai keinginan tetap dalam pengawasan laboran, staf atau dosen. Peralatan yang tersedia dalam laboratorium berfungsi sebagai media.
5. *Modular Laboratory (M-L)*, merupakan laboratorium tempat mahasiswa dan dosen melakukan kegiatan praktik belajar menggunakan modul-modul sesuai kurikulum digunakan dalam pembelajaran mandiri. Jenis modul dapat dikembangkan secara

manual maupun berbasis *e-learning*. terdapat tiga jenis modul yang dapat dipelajari melalui modular laboratory yaitu:

- a. Modul pengukuhan, pengukuhan untuk dan pengajar.
 - b. Modul pengulangan, untuk perlu pengulangan dan kurang memahami materi.
 - c. Modul pengayaan, untuk cepat paham dan memerlukan tambahan pengayaan.
6. *Integrated Laboratory (IL)*, merupakan jenis laboratorium yang terintegrasi, menyatukan disiplin ilmu yang terpisah namun memiliki kesamaan dalam satu paket belajar dengan media laboratorium yang terintegrasi. Misalnya integrasi laboratorium fisika, kimia dan biologi kedalam satu laboratorium IPA.
 7. *Field Work*, merupakan unit praktik kegiatan nilai-nilai pendidikan dan pemecahan masalah yang direncanakan oleh dan pengajar melalui praktik langsung mengenai keterampilan nyata yang dibutuhkan dalam bidang pekerjaan. Metode mengajar proyek dilakukan dengan metode perancangan objek yang diteliti sebagai suatu proyek kajian berbasis riset dalam laboratorium. *Field work* atau praktikum kerja lapangan membiasakan menerapkan sikap, pengetahuan dan keterampilan dengan terpadu, berguna dan praktis bagi kehidupan sehari-hari.
 8. *Participation In Research (PIR)*, merupakan pendekatan dalam kegiatan laboratorium, dilakukan oleh mahasiswa dan dosen sebagai peneliti. Kegiatan pada laboratorium dibimbing oleh tutor dengan menampilkan simulasi-simulasi dengan tujuan riset. Mahasiswa memiliki pengalaman riset secara langsung serta dapat mempelajari konsep yang dipadukan dengan praktik.

2.1.4 Laboratorium Lapangan

a. Laboratorium Lapangan Terpadu

Definisi laboratorium lapangan secara terpadu dapat bervariasi tergantung pada sumbernya, tetapi secara umum, mengacu pada pendekatan yang menggabungkan prinsip-prinsip laboratorium tradisional dengan situasi lapangan atau lingkungan nyata. Berikut adalah beberapa definisi yang mungkin ditemui dari berbagai sumber:

1. Menurut UNESCO

Laboratorium lapangan secara terpadu adalah pendekatan yang mengintegrasikan penelitian dan pembelajaran di dalam dan di luar kelas dalam situasi lapangan. Ini mencakup penggunaan lingkungan alami sebagai konteks untuk mengeksplorasi, menyelidiki, dan memahami konsep ilmiah

2. Dari Buku "Strategi Membangun Laboratorium Lapang Terpadu" Laboratorium Lapang Terpadu memiliki tujuan yang sangat vital dalam meningkatkan kualitas akademik, meningkatkan relevansi dan mutu pendidikan dan pembelajaran pertanian, meningkatkan kompetensi lulusan, meningkatkan minat mahasiswa, meningkatkan mutu, relevansi, dan citra FP Unila, serta meningkatkan kemandirian dan daya saing sektor pertanian di Indonesia (Banuwa, 2018).

3. Menurut Jurnal Ilmiah atau Akademis

Laboratorium lapangan adalah seisi alam atau lapangan yang ada di sekitar baik alam asli atau buatan manusia yang dimanfaatkan sebagai sumber belajar (Puspitasari et al., 2017). Objek laboratorium lapangan alami misalnya yaitu sungai, bukit, danau atau yang lainnya. Kemudian untuk objek laboratorium lapangan buatan misalnya yaitu rumah adat, pasar, kesenian, taman kota dan lain sebagainya (Syafiuddin, 2022). Laboratorium yang memanfaatkan unsur-unsur lingkungan alam dan meliputi suatu wilayah tertentu dapat disebut "Laboratorium Alam/ Lapangan". Laboratorium Lapangan yang dimaksud adalah alam sekitar yang tidak ada batasannya, dapat berupa lingkungan kebun, hutan ataupun lingkungan lain seperti lingkungan sosial, teknologi ataupun budaya yang bisa dimanfaatkan sebagai media pengajaran ataupun sumber belajar (Gunawan, 2016).

b. Syarat Suatu Kawasan Dapat Dijadikan Sebagai Laboratorium Lapangan

Suatu wilayah dapat dikatakan layak sebagai laboratorium alam apabila memenuhi syarat-syarat tertentu seperti:

1. Aksesibilitas: Wilayah tersebut harus memiliki akses yang mudah dan nyaman untuk dicapai, sehingga memungkinkan kegiatan belajar dan penelitian berjalan dengan efektif (Sugiharyanto, 2007; Zulkarnain & Sukri Banuwa, 2015).
2. Ketersediaan materi belajar mengajar yang memadai: Wilayah tersebut harus memiliki materi belajar yang memadai dan relevan dengan kegiatan belajar dan penelitian yang dilakukan, sehingga memungkinkan peserta didik dan peneliti untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang sesuai (Satriyadi & Mulyono, 2022; Sugiharyanto, 2007; Zulkarnain & Sukri Banuwa, 2015).
3. Kemudahan dalam pelaksanaan kegiatan: Wilayah tersebut harus memiliki kemudahan yang memadai untuk pelaksanaan kegiatan, seperti fasilitas, peralatan, dan infrastruktur yang memungkinkan kegiatan berjalan dengan efektif (Banuwa, 2018; Sugiharyanto, 2007).
4. Terhindar dari resiko terancamnya kesehatan tubuh dan keselamatan jiwa: Wilayah tersebut harus memiliki kondisi yang aman dan tidak berbahaya untuk kegiatan belajar dan penelitian, sehingga memungkinkan peserta didik dan peneliti untuk beraktivitas dengan aman dan nyaman (Sugiharyanto, 2007).

Dengan memenuhi syarat-syarat tersebut, suatu wilayah dapat dianggap layak sebagai laboratorium alam yang efektif dan efisien dalam meningkatkan kualitas akademik.

Berdasarkan definisi dan pengertian laboratorium lapangan yang telah dijelaskan di atas, maka perbedaan antara laboratorium biasa dan laboratorium lapangan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Perbedaan Laboratorium Biasa dan Laboratorium Lapangan

| Aspek | Laboratorium Biasa | Laboratorium Lapangan |
|-------|--------------------|-----------------------|
|-------|--------------------|-----------------------|

| | | |
|---------------------------|---|--|
| Definisi | Fasilitas tertutup dengan peralatan khusus untuk eksperimen dan pengujian terkontrol. | Lokasi luar ruangan untuk penelitian langsung di habitat alami atau lingkungan asli |
| Fungsi | Mendapatkan hasil yang presisi dan konsisten melalui kontrol variabel. | Memahami fenomena dalam konteks alami dan realistis. |
| Kondisi Lingkungan | Sangat terkontrol (suhu, kelembaban, cahaya, dll.). | Dinamis dan tidak terkontrol; variabel lingkungan bervariasi. |
| Metode dan Teknik | Analitis kuantitatif dan kualitatif dengan alat canggih. | Observasional dan deskriptif dengan peralatan portabel dan metode lapangan. |
| Keamanan dan Etika | Protokol keamanan ketat untuk menghindari bahaya kimia, fisik, dll.; APD digunakan. | Perlindungan dari bahaya lingkungan; etika menghormati lingkungan alami dan spesies yang diteliti. |
| Keuntungan | Kontrol variabel yang ketat, hasil konsisten, dapat diulang. | Data relevan ekologis dalam konteks alami, memahami interaksi biotik-abiotik secara langsung. |
| Keterbatasan | Mungkin tidak merepresentasikan kondisi alami atau kompleksitas dunia nyata. | Variabilitas lingkungan dapat mempengaruhi hasil; pengamatan sulit diulang dengan presisi yang sama. |

2.1.5 Plantae

Tumbuhan merupakan makhluk yang tersebar sangat melimpah di dunia ini, memiliki berbagai macam jenis anggotanya. Plantae adalah salah satu kingdom dalam taksonomi biologi yang mencakup semua tumbuhan (Kusnadi et al., 2011). Dunia tumbuhan atau kerajaan plantae memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Selnya merupakan sel eukariotik.
- 2) Dinding selnya tersusun dari selulosa.
- 3) Memiliki zat hijau daun (klorofil) sehingga dapat berfotosintesis.
- 4) Tubuhnya tersusun dari banyak sel sehingga merupakan organisme multiseluler

- 5) Cadangan makanan disimpan dalam bentuk zat tepung (amilum).
- 6) Mampu membuat makanannya sendiri sehingga bersifat autotrof.
- 7) Mengalami pergiliran keturunan dalam siklus hidupnya (Fictor, 2009)

Dalam penelitian ini dimana bidang kajiannya difokuskan pada subkonsep tumbuhan lumut dan tumbuhan paku, berikut kajian putaka dari tumbuhan lumut dan tumbuhan paku:

2.1.5.1 Tumbuhan Lumut

Bryophyta berasal dari kata Bryon artinya lumut dan phyton berarti lembab atau basah, yang bila digabungkan menjadi satu kata berarti tumbuhan yang hidup ditempat-tempat lembab atau basah. Lumut dengan nama latin Bryophyta (Lukitasari, 2018). Tumbuhan lumut belum menampakkan ciri adanya akar sejati. Sederetan sel-sel yang menyerupai rambut, menggantikan fungsi akar yang belum dimilikinya. Inilah yang dinamakan rizoid (akar semu) yang berfungsi menyerap air dan zat hara dari tempat hidupnya. Rizoid juga berfungsi untuk menambatkan tubuh lumut pada tempat hidupnya (Hasan & Ariyanti, 2004). Batang dan daun sejati belum ditemukan pada lumut, hanya pada lumut daun telah menunjukkan kemajuan dengan adanya struktur batang serta daun sederhana, tanpa jaringan pengangkut. Lumut menyukai tempat yang teduh dan lembab, misalnya tembok, permukaan batuan, genteng, dan kulit pohon (Subardi, et al., 2009). Talus berwarna hijau karena adanya klorofil menjadikan lumut mampu melakukan sintesis senyawa organik dengan bantuan sinar matahari. Jadi, lumut bersifat autotrof karena tidak bergantung pada organisme lain (Subardi, et al., 2009).

Alat kelamin pada tumbuhan lumut berupa Anteridium dan arkegonium. Tumbuhan lumut berkembang biak dengan spora dan vegetative dengan kuncup eram (Tjitrosoepomo, 1991). Reproduksi lumut terdiri atas 2 fase yaitu fase aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dan seksual berlangsung secara bergantian melalui suatu pergiliran keturunan yang disebut Metagenesis. Reproduksi aseksualnya dengan menghasilkan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit sedangkan reproduksi

seksualnya dengan menghasilkan gamet, baik jantan maupun betina yang dibentuk dalam gametofit (Widiyatmoko, 2008).

Secara ekologi lumut berperan penting dalam ekosistem, terutama pada daerah hujan hutan tropis lumut berperan dalam menjaga keseimbangan air, siklus hara dan merupakan habitat penting bagi organisme lain serta dapat dijadikan sebagai bioindikator karena tumbuhan ini lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan. Lumut (Bryophyta) juga merupakan tumbuhan perintis yang menjadi pembuka ruang untuk ditumbuhi tanaman lainnya, (Bawaihaty et al., 2014; Khotimperwati et al., 2015).

Tumbuhan lumut dalam sistem klasifikasi Ruggiero et al. (2015), terbagi menjadi 3 divisi yaitu Divisi Anthoceroophyta, Divisi Marchantiophyta, dan Divisi Bryophyta.

1) Divisi Anthoceroophyta

Anthoceroophyta adalah suatu kelompok tumbuhan lumut yang mempunyai sporofit memanjang dan ujung yang runcing. Menurut Campbell et al. (2012), bahwa sporofit lumut mampu tumbuh mencapai 5 cm, tidak mempunyai seta dan hanya terdiri dari spongarium. Sedangkan gametofit lumut umumnya berdiameter 1-2 cm dan tumbuh secara horizontal dan biasanya dilekati oleh sporofit majemuk. Lumut tanduk seringkali merupakan spesies pertama yang mengkolonisasi wilayah terbuka dengan tanah lembab; hubungan simbiotik dengan sianobakteri pemfiksasi nitrogen turut berperan dalam kemampuan lumut tanduk melakukan hal ini.

Ruggiero et al. (2015), mengungkapkan bahwa terdapat dua kelas yaitu kelas Leiosporocerotopsida dan Anthocerotopsida.

a. Kelas Leiosporocerotopsida

Kelas Leiosporocerotopsida hanya memiliki satu suku yaitu Leiosporocerotales (suku Leiosporocerotaceae). Contoh spesies *Leiosporoceros dussii*, pada (**Gambar 2.1**). spesies ini tumbuh di atas batu, talusnya berbentuk tali

dan produksi sporofit yang melimpah, tanaman ini cenderung tumbuh secara klonal (Bouchard et al., 2020).



Gambar 2.1 *Leiosporoceros dussii*
Sumber: (Bouchard et al., 2020)

b. Kelas Anthocerotopsida

Kelas Anthocerotopsida terdapat 4 suku yaitu Anthocerotales (suku Anthocerotaceae (**Gambar 2.2**), Dendrocerotales (suku Dendrocerotaceae), Nothotyladales (Nothotyladaceae), dan Phymatocerotales (suku Phymatocerotaceae). Suhono (2012), mengatakan bahwa seluruh spesies lumut tanduk yang termasuk kelas ini umum ditemui di tanah lapang. Spesies dari kelas ini memiliki spora berbentuk segiempat, dan beberapa di antaranya terdapat spora berhiasan dan kasar.



Gambar 2.2 *Anthoceros sp.*
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2023)

2) Divisi Bryophyta

Kelompok tumbuhan lumut yang termasuk dalam divisi Bryophyta ini adalah yang paling banyak ditemukan di dunia. Sama halnya yang dikemukakan oleh Suhono (2012), mengatakan Divisi ini mempunyai sekitar 8000 jenis lumut yang banyak tersebar di seluruh dunia terutama di daerah tropis. Jenis-jenis tersebut tumbuh di atas tanah, batu, kayu-kayu lapuk, batang pepohonan dan tembok-tembok semen di tepian saluran-saluran irigasi serta di cadas-cadas di sekitar air terjun atau tepian sungai dan danau.

Tumbuhan lumut yang masuk Divisi Bryophyta ini memiliki kekhasan tersendiri yang dapat dibedakan dengan tumbuhan lumut dari Divisi Marchantiophyta dan Anthocerotophyta. Kemudian Campbell et al, (2012), mengemukakan bahwa gametofit lumut daun, dengan tinggi yang berkisar kurang dari 1 mm hingga lebih dari 2 cm, biasanya memiliki tinggi kurang dari 15 cm pada kebanyakan spesies. Helai-helai daun biasanya hanya setebal satu sel, namun dedaunan yang lebih kompleks dengan tepian yang dilapisi oleh kutikula dapat ditemukan pada lumut daun –tudung-berambut biasa (*Polytrichum*) dan kerabat-kerabat dekatnya. sporofit lumut daun biasanya memanjang dan dapat dilihat dengan mata telanjang, dengan tinggi sekitar 20 cm. walaupun hijau dan bersifat fotosintetik ketika muda, sporofit akan berubah menjadi coklat kekuningan atau merah kecoklatan sewaktu siap melepaskan spora.

Berdasarkan klasifikasi menurut Ruggiero et al. (2015), Divisi Bryophyta memiliki 8 kelas yakni: Takakiopsida, Sphagnopsida, Andreaeopsida, Andreaebryopsida, Oedipodiopsida, Polytrichopsida, Tetrahidopsida, dan Bryopsida. Berikut penjelasan dari beberapa kelas Divisi Bryophyta.

a. Kelas Sphagnopsida

Marga pada kelas ini merupakan sejumlah besar jenis lumut yang kebanyakan hidup di tempat-tempat yang berawa-rawa dan membentuk rumpun, yang dari atas tiap tahun bertambah luas, sedang bagian bawah yang ada di dalam air mati dan berubah menjadi gambut. Morfologi yang tampak pada ordo ini yaitu batangnya yang bercabang banyak, bagian filoida tumbuh dengan baik dalam kondisi tegak ataupun

percabangan. Contoh *Sphagnum actifolium*, *Sphagnum squarrosum* dan *Sphagnum fibriatum* (**Gambar 2.3**), *Sphagnum papillosum* (Tjitrosoepomo, 1996).



Gambar 2.3 *Sphagnum sp.*
Sumber: (Simpson, 2010)

b. Kelas Polytriopsida

Suhono (2012), mengatakan bahwa spesies yang termasuk dalam kelas ini memiliki talus yang jelas dengan daun-daun yang tumbuh melingkar berwarna hijau dengan bentuk lanset, menjarum, seperti pita tipis dengan ujung runcing. Contoh spesies seperti pada (**Gambar 2.4**).



Gambar 2.4 *Atrichum sp.*
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2023)

c. Kelas Bryopsida

Kelompok tumbuhan lumut yang termasuk ke dalam kelas ini sangat melimpah. Suhono (2012), mengatakan bahwa jumlah spesies dari kelas ini mencapai 11.500 dengan penyebaran di seluruh dunia. Tumbuhan dalam kelas ini bereproduksi dengan kapsul spora yang memiliki gigi berbuku disebut arthrodonthus. (**Gambar 2.5**) merupakan contoh spesies dari ordo Bryales.



Gambar 2.5 *Mnium sp.*
Sumber: (Simpson, 2010)

3) Divisi Marchantiophyta

Marchantiophyta (liverworts) merupakan kelompok tumbuhan lumut yang pada umumnya memiliki bentuk tubuh seperti hati. Schooley (1997) mengatakan bahwa gametofit terdiri dari talus yang bercabang dengan lebar 2 cm dan panjang 4-6 cm, fase sporofit berukuran mikroskopis. Divisio ini memiliki 3 kelas menurut Ruggiero et al. (2015), yakni Haplomitriopsida, Jungermanniopsida dan Marchantiopsida.

1) Kelas Haplomitriopsida

Kelas Haplomitriopsida memiliki satu ordo yaitu Haplomitriales (suku: Haplomitriaceae). Suhono (2012), mengatakan bahwa kelas lumut Haplomitriopsida baru dikenal dan merupakan kelompok monofiletik berdasarkan analisis kladistik dari inti sel, mitokondria, dan gen plastid nya. Terdiri atas 3 marga dengan 15 spesies lumut yang tersebar di daerah tropis dan subtropis di bumi belahan selatan. Dapat

dilihat pada (**Gambar 2.6**) yang menunjukkan sumbu bawah tanah dengan pucuk daun yang tumbuh ke atas merupakan contoh spesies *Haplomitrium gibbsiae*.



Gambar 2.6 *Haplomitrium gibbsiae*
Sumber: (Renzaglia et al., 2018)

2) Kelas Jungermanniopsida

Kelas Jungermanniopsida merupakan sebagian besar dari lumut hati yang memiliki keanekaragaman cukup tinggi. Kelas Jungermanniopsida masuk ke dalam tipe lumut hati berdaun (leafy liverwort). Lumut hati berdaun sebagian besar tumbuh epifit pada pohon dan berada di hutan tropis (Febriansah, R., 2019). Tumbuhan lumut yang masuk kedalam kelas ini terdiri dari dua ordo yaitu Metzgeriales dan Jungermanniales. Suhono (2012), mengatakan bahwa spesies di kelas ini berupa lumut hati dengan talus sederhana. Ordo Metzgeriales terdiri dari beberapa suku diantaranya, Allisoniaceae, Ancuraceae, Calyculariaceae, Fossombroniaceae, Hymenophytaceae, Makinoaceae, Metzgeriaceae, Mizutaniaceae, Moerckiaceae, Pallaviciniaceae, Pelliaceae, Petalophyllaceae, dan Sandeothallaceae. Sedangkan ordo Jungermanniales terdiri atas suku Jungermanniaceae dengan contoh seperti pada (**Gambar 2.7**), Balantiopsidaceae, Geocalycaceae, Lejeuneaceae, Lepidoziaceae, Plagiochilaceae, dan Trichocoleaceae.



Gambar 2.7 *Riccia haskarliana*
Sumber: (Sujadmiko & Vitara, 2021)

3) Kelas Marchantiopsida

Kelas Marchantiopsida terdiri atas tiga ordo yaitu Blasiales, Marchantiales, dan Sphaerocarpaceae. Suhono (2012), mengatakan bahwa ordo Blasiales awalnya masuk ke dalam ordo Metzgeriales tapi berdasarkan penelitian berdasarkan analisis kladistik dengan sekuen DNA kemudian dipisahkan. Ordo Marchantiales terdiri atas spesies lumut hati dengan talus yang kompleks umumnya talus berupa lembaran. Ordo Sphaerocarpaceae dikenal juga sebagai lumut hati botol, spesies lumut ini tidak memiliki sel elater, tangkai seta pendek, serta ada selubung pada anteridia dan arkegonia. Ordo Blasiales hanya terdiri dari satu suku yaitu Blasiaceae, ordo Sphaerocarpaceae terdiri dari suku Sphaerocarpaceae, Riellaceae, dan Naiaditaceae. Ordo Marchantiales terdiri dari suku Marchantiaceae sebagaimana contoh pada (**Gambar 2.8**), Ricciaceae, dan Wiesnerellaceae.



Gambar 2.8 *Marchantia sp.*
Sumber: (Simpson, 2010)

2.1.5.2 Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang sudah memiliki pembuluh darah (xilem dan floem), akan tetapi tumbuhan ini tidak dapat menghasilkan bunga dan biji. Tumbuhan paku dapat dikatakan sebagai tumbuhan vascular yang paling beragam setelah spermatophyte (tumbuhan berbiji) (Karimah et al., 2019). Tumbuhan paku diperkirakan mencapai sekitar 11.000 jenis. Kepulauan Indonesia diperkirakan memiliki koleksi tumbuhan paku tidak kurang dari 1.300 jenis (Jamsuri, 2007). Ciri utama tumbuhan paku adalah memiliki sporangium yang menghasilkan spora. Lokasi spora pada permukaan abaksial daun. Penyebaran tumbuhan paku, dari daerah rendah sampai tinggi. Habitat Pteridophyta di darat dan juga terdapat di beberapa perairan atau epifit menempel di tumbuhan lain. Pteridophyta umumnya dapat tumbuh di daerah yang lembab dan teduh (Rahayuningsih et al., 2019).

Tumbuhan paku memiliki ukuran, bentuk, struktur, dan fungsi tubuh yang bervariasi dari yang tinggi 2 cm, misalnya pada tumbuhan paku yang hidup mengapung di air, sampai tumbuhan paku yang hidup di darat yang tinggi mencapai 5 m, misalnya paku tiang (*Sphaeropteris*). Tumbuhan paku purba yang telah menjadi fosil diperkirakan ada yang mencapai 15 m. Bentuk tumbuhan paku yang hidup saat ini bervariasi, ada berbentuk lembaran, perdu atau pohon, dan ada yang seperti tanduk rusa (Tjitrosoepomo, 2011).

Menurut Ruggiero et al. (2015), tumbuhan paku dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu kelas Lycopodiopsida dan kelas Polypodiopsida.

- 1) Kelas Lycopodiopsida, memiliki karakteristik batang dan akar yang bercabang menggarpu, daun kecil-kecil (mikrofil), tersusun rapat, bertulang daun satu, dan pada beberapa ordo daunnya mempunyai struktur seperti lidah (ligula). Daun-daun yang banyak tersusun secara rapat menurut garis spiral, kemudian sprofil biasanya terkumpul dalam suatu rangkaian sporofil berbentuk bulir yang terletak pada ujung batang (Tjitrosoepomo, 2014). Kelas ini dibedakan menjadi tiga ordo, yaitu Isoetales, Lycopodiales dan Selaginellales (Ruggiero et al., 2015). Contoh

tumbuhan dari kelas ini adalah *Lycopodium clavatum* dari ordo Lycopodiales (**Gambar 2.9**) (Simpson, 2010).



Gambar 2.9 *Lycopodium clavatum*
Sumber: (Simpson, 2010)

- 2) Kelas Polypodiopsida, tumbuhan paku ini dikenal sebagai paku sebenarnya karena dari segi morfologinya beberapa anggota kelompok spesiesnya memiliki daun yang besar, bertangkai, mempunyai pertulangan daun yang banyak, serta pada saat muda daunnya menggulung (Tjitrosoepomo, 2014). Kelas ini dibedakan menjadi empat sub kelas, yaitu Equisetidae, Polypodiidae, Marattidae, dan Ophioglossidae (Psilotidae) (Ruggiero et al., 2015).
- 1) Sub kelas Equisetidae (Paku Ekor kuda)

Tumbuhan paku yang tergolong ke dalam sub kelas ini pada umumnya memiliki batang yang bercabang-cabang, berkarang, berbuku-buku, dan beruas ruas. Memiliki daun mikrofil seperti selaput dan tersusun berkarang. Sporofil biasanya berbentuk perisai dengan sejumlah sporangium di bawahnya, kemudian tersusun seperti suatu badan berbentuk kerucut pada ujung batang ataupun cabang yang dinamakan dengan strobilus (Tjitrosoepomo, 2014). Sub kelas Equisetidae ini hanya memiliki satu ordo yaitu Equisetales (Ruggiero et al., 2015).

Tumbuhan paku pada ordo ini memiliki rimpang yang merayap dengan cabang tegak, batang atau cabang beralur dan terdiri atas ruas-ruas yang panjang, serta daun berupa selapu atau sisik, berbentuk meruncing, dan mempunyai satu

berkas pengangkut yang kecil. Bagian bawah pada daun-daun tersebut saling berlekatan membentuk suatu sarung yang menyelubungi batang, terutama pada bagian buku. Karena bentuk daun yang kecil, batang dan cabangnya memiliki fungsi sebagai asimilator, tampak berwarna hijau karena mengandung klorofil (Brownsey & Perrie, 2015). Contoh spesies dari *Equisetum sp.* pada (**Gambar 2.10**) yang memperlihatkan morfologi buku pada tumbuhan tersebut (Elliott & Velasquez, 2022)

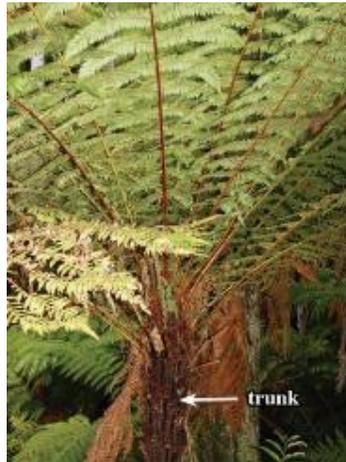


Gambar 2.10 *Equisetum sp.*
Sumber: (Elliott & Velasquez, 2022)

2) Subkelas Polypodiidae

Menurut Ruggiero et al. (2015), sub kelas Polypodiidae ini dibedakan menjadi tujuh ordo, yaitu sebagai berikut:

- a) Ordo Cyatheales, beberapa spesies pada ordo ini ada yang memiliki batang seperti batang pada umumnya dan beberapa ada juga yang berupa rimpang merayap. Beberapa spesies hanya memiliki rambut pada batang dan bilahnya serta ada juga yang memiliki sisik. Sorus terletak pada sisi abaksial ataupun marginal daun, ada yang terdapat di dalam indusium dan di luar indusium spora berbentuk bulat atau tetrahedral, trilete, serta gametofit berwarna hijau dan berbentuk hati (Smith, 2006.). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Cyathea cunninghamii* (**Gambar 2.11**) (Simpson, 2010).



Gambar 2.11 *Cyathea cunninghamii*
Sumber: (Simpson, 2010)

- b) Ordo Gleicheniales, memiliki sorus tidak tertutup oleh indusium dengan jumlah sporangium sedikit (sekitar 5–15 sporangium) dan tanpa tangkai, terletak pada sisi abaksial daun, membuka dengan satu celah membujur, serta anulus miring melintang. Sporangium matang secara bersamaan dalam sorus dengan jumlah spora sekitar 128–800 spora (Smith et al., 2006.; Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Sticherus cunninghamii* (**Gambar 2.12**) (Brownsey & Perrie, 2014a).



Gambar 2.12 *Sticherus cunninghamii*
Sumber: (Brownsey & Perrie, 2014a)

- c) Ordo Hymenophyllales, berupa tumbuhan paku yang kecil dan terdiri atas satulapis sel saja. Tumbuhan paku ini memiliki sorus yang terletak di tepi daun, indusium berbentuk piala atau bibir, sporangium tanpa tangkai, anulus yang sempurna dengan letak melintang, dan sporangium matang secara bertahap, serta protalium berbentuk pita atau benang. Paku pada famili ini hidup sebagai paku tanah dan paku epifit (Smith et al., 2006.; Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Hymnophyllum tunbrigense* (**Gambar 2.13**) (Simpson, 2010).



Gambar 2.13 *Hymnophyllum tunbrigense*
Sumber: (Simpson, 2010)

- d) Ordo Osmundales, memiliki sporangium yang tidak tersusun secara berkelompok, tidak bertangkai, tidak memiliki indusium, tidak memiliki anulus, memiliki sekelompok sel berdinding tebal. Sporangium terletak secaratersebar hingga terkadang dapat menutupi sebagian besar permukaan daun, tidak memiliki sisik, tetapi pada daun yang muda seringkali terdapat rambut-rambut yang dapat menghasilkan lender (Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Osmunda regalis* (**Gambar 2.14**) (Brownsey & Perrie, 2014b).



Gambar 2.14 *Osmunda regalis*

Sumber: (Brownsey & Perrie, 2014b)

- e) Ordo Polypodiales, memiliki sorus yang bentuknya bermacam-macam (garis-garis, memanjang, atau bulat), terletak pada tepi atau dekat tepi daun, dapat pula pada urat-urat daun. Kadang-kadang sporangium dapat menutupi permukaan bawah daun yang fertil. Sporangium bertangkai dengan anulus vertikal tidak sempurna, apabila matang pecah dengan celah spora melintang. Paku ini memiliki rimpang merayap atau berdiri, beruas-ruas dan jarang memperlihatkan batang yang nyata. Daunnya memiliki bentuk yang bermacam-macam, tunggal atau majemuk, dengan urat daun yang bebas atau saling berdekatan. Gametofit biasanya berwarna hijau dan berbentuk hati (terkadang berbentuk pita di beberapa paku epifit) (Smith et al., 2006.; Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Asplenium oblogifolium* (**Gambar 2.15**) (Simpson, 2010).



Gambar 2.15 *Asplenium oblogifolium*
Sumber: (Simpson, 2010)

- f) Ordo Salviniales, hampir semua tumbuhan paku yang tergolong ke dalam ordoini hidup di air dan bersifat heterospor. Makrosporangium dan mikrosporangiumnya memiliki dinding yang tipis, tidak memiliki anulus dan terletak di dalam suatu badan pada pangkal daun. Suatu badan yang mengandung sporangium tersebut dinamakan dengan sporokarpium (Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Salvinia natans* (**Gambar 2.16**) (Elliott & Velasquez, 2022).



Gambar 2.16 *Salvinia natans*.
Sumber: (Elliott & Velasquez, 2022)

- g) Ordo Schizaeales, memiliki sporangium yang tidak bertangkai, terpisah-pisah, pada saat masak membuka dengan satu celah membujur, anulus pendek dan letaknya melintang dekat ujung sporangium. Pada paku ini, daun yang fertil dan steril memiliki bentuk yang berbeda, serta memiliki rambut atau sisik-sisik (Tjitrosoepomo, 2014). Contoh tumbuhan paku pada ordo ini adalah *Schizaea bifida* (**Gambar 2.17**) (P. J. Brownsey & Perrie, 2014b).



Gambar 2.17 *Schizaea bifida*
Sumber: (Brownsey & Perrie, 2014b)

3) Subkelas Marattidae

Kelompok ini hanya memiliki satu suku dan 110 spesies di seluruh dunia menurut PPG I, 2016 dalam (Elliott & Velasquez, 2022). Tumbuhan paku pada ordo ini memiliki karakteristik daun yang besar dan menyirip ganda. Sporangiumnya terletak pada permukaan bawah daun, memiliki dinding yang tebal dan tidak memiliki anulus. Paku ini kebanyakan berupa paku tanah yang bersifat isospor. Selain itu, memiliki protalium yang berumur panjang, mikoriza endofitik, tumbuh di atas permukaan tanah, berwarna hijau, dan bentuknya seperti talus lumut hati (Tjitrosoepomo, 2014). Beberapa spesies pada subkelas ini adalah *Marattia douglasii* (**Gambar 2.18 a**) dan *Angiopteris evecta* (**Gambar 2.18 b**) (Elliott & Velasquez, 2022).



Gambar 2.18. Contoh Spesies Marattidae
a. *Marattia douglasii*, b. *Angiopteris evecta*
Sumber: (Elliott & Velasquez, 2022)

4) Subkelas Ophioglossidae

Subkelas Ophioglossidae memiliki dua ordo: Psilotales (pakis pengocok) dan Ophioglossales (lidah ular) (Ruggiero et al., 2015).

- a) Ordo Psilotales, tumbuhan paku pada ordo ini tidak terdapat akar, bantalan batang berkurang, pembuluh tunggal, sporangium besar dengan dua dindingsel tebal, tidak memiliki anulus. Dua atau tiga sporangium dapat menyatu membentuk synangium yang terletak pada sisi adaksial cabang daun. Spora berbentuk reniform, monolete serta jumlahnya sekitar > 1.000 per sporangium (Smith et al., 2006). Pakis pengocok sangat mudah dikenali karena bentuknya seperti sapu pengocok berwarna hijau dengan batang segitiga yang bercabang secara dikotomis (berdua). Pakis pengocok ditemukan di semua lingkungan tropis di seluruh dunia (Elliott & Velasquez, 2022). Contoh tumbuhan ini adalah *Psilotum nudum* (**Gambar 2.19**) (Simpson, 2010).



Gambar 2.19 *Psilotum nudum*

Sumber: (Simpson, 2010).

- b) Ordo Ophioglossales, tumbuhan paku pada ordo ini memiliki batang yang pendek berada di dalam tanah serta pada akarnya terdapat mikoriza yang dapat membantu mendapatkan nutrisi. Daun memiliki bentuk khusus untuk asimilasi dan menghasilkan alat reproduksi. Daun yang fertil berbentuk malai atau bulirdan keluar dari bagian tangkai, pangkal, tengah, ataupun dari tepi daun yang steril. Selain itu, sporangium berbentuk hampir bulat, besar, tidak memiliki anulus, dan dindingnya kuat. Spora yang dihasilkan bersifat isospor. Tumbuhan paku ini hidup sebagai paku tanah dan paku epifit (Tjitrosoepomo, 2014). Spesies

Ophioglossales (pakis lidah ular) sering dicirikan dengan hanya menghasilkan satu daun berdaging pada satu waktu. Juga, gametofit mereka terjadi di bawah tanah dan mereka bergantung pada jamur mikoriza untuk nutrisi. Sporangianya tertahan di dalam paku yang menjuntai dari tengah daun. Contoh spesiesnya adalah *Ophioderma pendulum* (**Gambar 2.20**) yang mana bentuk daunnya melengkung (Elliott & Velasquez, 2022).



Gambar 2.20 *Ophioderma pendulum*

Sumber: (Elliott & Velasquez, 2022)

Berdasarkan teori dari beberapa ahli di atas penulis menyimpulkan bahwa tumbuhan lumut memiliki 3 divisi yaitu Divisi Anthocerophyta, Divisi Marchantiophyta, dan Divisi Bryophyta. Sedangkan tumbuhan lumut memiliki 2 kelas yaitu kelas Lycopodiopsida dan kelas Polypodiopsida. Tumbuhan baik anggota lumut maupun paku memiliki ciri khas masing-masing, ada yang hidup menempel pada pohon (epifit), hidup di tanah atau bebatuan (terrestrial) dan ada pula yang hidup di air. Setiap anggota memiliki ciri habitat tersendiri yang menunjukkan cara hidupnya.

2.1.6 Gunung Galunggung

Gunung Galunggung adalah wisata alam yang terdapat di Kabupaten Tasikmalaya dengan statusnya yang masih aktif sampai saat ini, memiliki ketinggian 2.168 mdpl atau 1.820 m dari daratan Kota Tasikmalaya dengan letak astronomis berada di koordinat 7.25° - $7^{\circ}15'0''$ LS dan $108,058^{\circ}$ - $108^{\circ}3'30''$ BT. Gunung Galunggung tercatat telah mengalami 4 kali meletus yaitu pada tahun 1822, 1894, 1918, dan 1982 (Mulyani et al., 2014; Widodo, 2014; Zuhri et al., 2015).

Kini Kawasan Gunung Galunggung telah berkembang sejak tahun 1988 menjadi objek wisata dengan nama “Hutan Wanawisata Galunggung” memiliki luas sekitar 120 ha dan dikelola oleh Perum Perhutani (Widodo, 2014). Area hutan di Gunung Galunggung terdiri dari Hutan Lindung dengan luas sekitar 5.012 ha dan Hutan Pinus dengan luas sekitar 5.473 ha (Zuhri et al., 2015). Selain itu, terdapat beberapa objek wisata yang terdiri dari Kawah Gunung Galunggung (**Gambar 2.21**), Pemandian Air Panas, Curug Agung, dan Curug Cikahuripan (As’ari et al., 2022). Dan Gunung Galunggung mejadi salah satu wisata unggulan di Tasikmalaya (Khaikal Arwani & Rochman, 2022)

Selain keindahan objek wisatanya, Gunung Galunggung juga menyimpan kekayaan alam berupa flora dengan ciri khas yang masih bertahan sampai saat ini, walaupun kondisi ekologis dan vegetasinya sudah tidak sealami waktu sediakala. Macam-macam tumbuhan lumut dan paku banyak ditemukan di sana (Putra et al., 2019b; Zuhri et al., 2015).



Gambar 2.21 Kawah Gunung Galunggung
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2023)

Dari uraian tersebut, penulis menyimpulkan bahwa Gunung Galunggung adalah hutan wanawisata dengan status yang masih aktif sampai saat ini dan menjadi tempat wisata unggulan serta memiliki beberapa objek wisata. Tidak hanya itu, kawasan Gunung Galunggung juga masih memiliki banyak keanekaragaman hayati

flora seperti tumbuhan paku dan lumu sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu objek penelitian

2.1.7 Sumber belajar

Sumber belajar mencakup segala sesuatu yang ada di sekitar lingkungan kegiatan belajar, yang berfungsi untuk membantu optimalisasi hasil belajar. Optimalisasi hasil belajar dapat dievaluasi dari output belajar dan proses interaksi peserta didik dengan berbagai sumber yang merangsang pembelajaran serta pemahaman ilmu yang sedang dipelajarinya (Wina sanjaya, 2012).

Menurut *Association for Educational Communications and Technology* (AECT, 1977) dan Banks (1990), sumber pembelajaran mencakup segala sesuatu atau daya yang dapat dimanfaatkan oleh pendidik, baik secara terpisah maupun dalam kombinasi, untuk kepentingan proses belajar mengajar dengan tujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi tujuan pembelajaran. Sumber pembelajaran diidentifikasi sebagai informasi yang disajikan dan disimpan dalam berbagai bentuk media, yang berperan membantu peserta didik dalam proses belajar. Bentuknya tidak terbatas, dapat berupa cetakan, video, format perangkat lunak, atau kombinasi dari berbagai format yang dapat digunakan oleh peserta didik maupun pendidik.

Dengan demikian, sumber pembelajaran juga dapat diartikan sebagai segala tempat atau lingkungan di sekitar benda dan orang yang berisi informasi, yang dapat dijadikan sebagai wadah bagi peserta didik dalam menjalani proses perubahan tingkah laku.

Implementasi pemanfaatan sumber belajar dalam hal ini yaitu laboratorium lapangan untuk praktikum mandiri menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis model inkuiri bebas. Model pembelajaran inkuiri bebas adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kreativitas dan kemandirian peserta didik. Dalam model ini, peserta didik didorong untuk melakukan kegiatan pembelajaran melalui penelitian atau penemuan secara mandiri, dengan peran pendidik yang minimal (Sadia, 2014). Pendekatan ini mengikuti prinsip-prinsip pembelajaran dialogis-kritis, pengalaman langsung kolaboratif, dan pembelajaran kooperatif, serta

memperhatikan prinsip dasar lain seperti pembelajaran peserta didik aktif dan partisipatif (Andrini, 2017; Yewang, 2017)

Penggunaan model inkuiri dalam pembelajaran dapat merangsang kemampuan peserta didik dalam mengajukan pertanyaan, memeriksa, atau menyelidiki suatu topik dengan melibatkan semua kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, dan analitis. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk merumuskan dan merekonstruksi pengetahuan secara mandiri (Andrini, 2017). Karena berakar dalam konstruktivisme, pembelajaran inkuiri bebas berfokus pada peserta didik sebagai pembelajar aktif. Selain mendorong keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran, model ini juga mendorong peserta didik untuk merencanakan strategi, memonitor, dan mengevaluasi pembelajaran mereka sendiri, sehingga mereka dapat mengembangkan kemampuan kognitif secara langsung (Rahmat, 2018).

Penelitian ini memiliki sumbangsih yang signifikan terhadap dunia pendidikan, khususnya dalam pengembangan sumber belajar berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). LKM merupakan alat bantu yang penting dalam proses pembelajaran karena membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi melalui kegiatan-kegiatan yang terstruktur.

2.2 Hasil Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian mengenai laboratorium lapangan antara lain pada penelitian Indrayati & Setyaningsih (2017) yang berjudul Mengungkap Potensi Kabupaten Rembang Sebagai Geowisata Dan Laboratorium Lapangan Geografi, mengungkapkan bahwa potensi objek-objek pariwisata di Kabupaten Rembang untuk dikembangkan sebagai destinasi geowisata dan laboratorium geografi sebagian besar telah terpenuhi dan sebagian berpotensi untuk terpenuhi dengan mengembangkan aspek infrastruktur dan peningkatan sumberdaya pengelola.

Hasil penelitian Sahrina & Deffinika (2021), yang menyatakan bahwa Sumbermanjing Wetan dapat dijadikan sebagai laboratorium alam dalam pembelajaran geografi berdasarkan kajian-kajian atau penelitian-penelitian terdahulu.

Topik-topik pembelajaran geografi yang ada di Sumbermanjing Wetan dapat mencakup bidang fisik, sosial dan budaya, pariwisata, maupun cakupan bidang yang lain.

Penelitian lain dilakukan oleh As'ari et al. (2022) menyatakan bahwa pengembangan kawasan Gunung Galunggung sebagai laboratorium pendidikan geografi dapat dinilai sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, dengan indikator kajian berdasarkan fenomena geografis, yaitu: kajian hidrosfer, litosfer, antroposfer, biosfer, dan atmosfer. Pengembangan kajian dapat dilakukan secara mendalam berdasarkan analisis tingkat kebutuhan belajar. Kajian biosfer di kawasan Galunggung dapat dikhususkan untuk kajian flora dan fauna endemik, sebaran vegetasi di kawasan hutan hujan tropis, dan kolaborasi sebagai kajian ekosistem secara terpadu dengan Ekologi.

Kemudian penelitian yang relevan mengenai keanekaragaman tumbuhan lumut di Gunung Galunggung ialah penelitian Putra et al. (2019), berdasarkan hasil dari identifikasi penelitian tersebut, menyatakan bahwa tumbuhan lumut yang terdapat di Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya teridentifikasi sebanyak 20 spesies. Jenis lumut yang mendominasi dan hampir ditemukan di semua stasiun pengamatan yaitu *Bryum billardierii*, *Acroporium sp.*, *Leucobryum sp.*, *Marchantia polymorpha*, dan *Calymperes sp.* Kemudian penelitian Siahaan (2022), yang menyatakan bahwa ditemukan 14 jenis spesies lumut dengan jumlah total lumut sebanyak 19.986 individu.

Selanjutnya penelitian tumbuhan paku di Gunung Galunggung oleh (Suryana et al., 2018) mengenai vegetasi yang ada di Gunung Galunggung ditemukan beberapa jenis tumbuhan paku yaitu paku bagedor dan paku sayur. Selain itu juga penelitian tumbuhan paku suku Polypodiaceae oleh Kurnia (2023) bahwa ditemukan sembilan spesies yang membentuk delapan klaster berbeda pada suku Polypodiaceae tersebut.

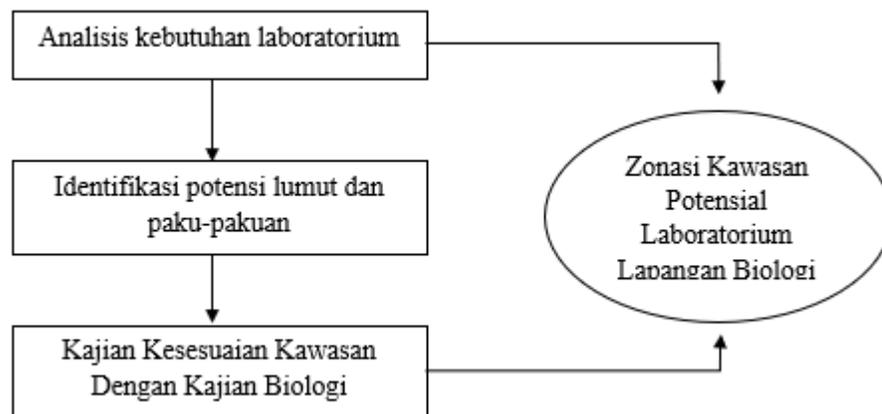
2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan untuk tercapainya penelitian ini didukung tinjauan teoretis serta tinjauan penelitian terdahulu maka

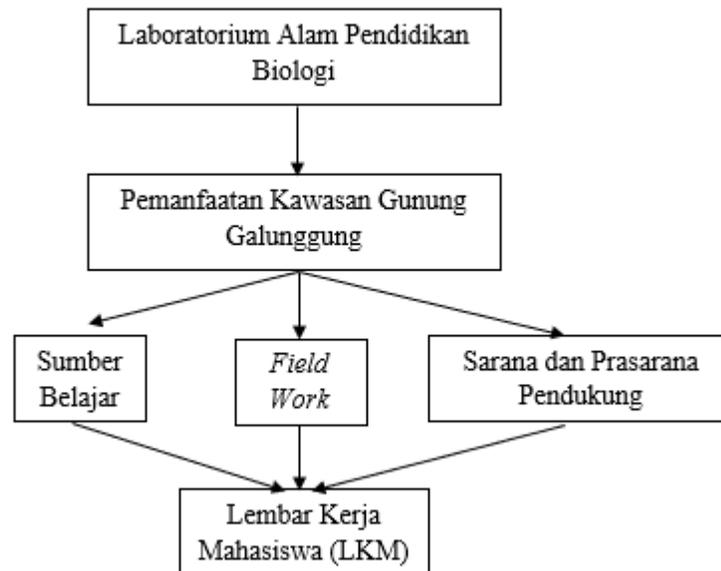
secara skematis kerangka konseptual dalam penelitian ini adalah melihat adanya potensi keragaman tumbuhan lumut dan paku, aksesibilitas sarana prasarana pendukung terhadap keputusan ajuan objek pada lokasi laboratorium alam pendidikan biologi, di kawasan Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya.

Dalam penelitian ini akan dipaparkan tentang adanya keterkaitan antara hasil identifikasi objek tumbuhan plantae terkhusus lumut dan paku-pakuan di lokasi kawasan Gunung Galunggung terhadap bentuk pemanfaatan kawasan sebagai laboratorium lapangan pendidikan biologi pada studi *Botany cryptogamae*. Berdasarkan analisis diatas, maka kerangka konsep penelitian ini yaitu:

- 1) Potensi laboratorium lapangan Pendidikan biologi di kawasan Gunung Galunggung, Kecamatan Sukaratu, Kabupaten Tasikmalaya.



Gambar 2.22 Kerangka Konseptual 1



Gambar 2.23 Kerangka Konseptual 2

- 2) Pemanfaatan kawasan Gunung Galunggung sebagai laboratorium lapangan biologi sebagai tempat kegiatan (*field work*) praktikum mandiri bagi mahasiswa meliputi sumber dan media pembelajaran, sarana dan prasarana pembelajaran yang penggunaannya terangkum dalam LKM.

2.4 Pertanyaan Penelitian

- 2.4.1 Apa saja potensi biodiversitas Gunung Galunggung yang relevan untuk dijadikan sebagai laboratorium lapangan biologi pada konsep Plantae terkhusus tumbuhan lumut dan paku-pakuan?
- 2.4.2 Bagaimana pemanfaatan pemetaan kawasan Gunung Galunggung untuk laboratorium lapangan biologi pada konsep Plantae?