

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### 1. Keanekaragaman Hayati

###### 1.1 Pengertian Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati, atau yang dikenal dengan istilah *biodiversity*, merujuk pada keberagaman bentuk kehidupan yang meliputi tumbuhan, hewan, jamur, serta mikroorganisme (Setiawan, 2022). Istilah ini tidak hanya mencakup variasi makhluk hidup, tetapi juga mencerminkan keberagaman sumber daya hayati yang tersebar di berbagai lingkungan seperti daratan, lautan, dan ekosistem perairan lainnya. Selain itu, keanekaragaman hayati juga mencakup hubungan kompleks antara spesies, antarspesies, serta keterkaitannya dengan ekosistem tempat mereka hidup.

Secara umum, keanekaragaman hayati dapat diklasifikasikan ke dalam tiga tingkatan utama, yaitu keanekaragaman genetik, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman ekosistem. Keanekaragaman genetik berada pada urutan pertama, yang mengacu pada variasi gen dalam satu jenis makhluk hidup. Contohnya adalah karakter buah yang biasa dijadikan pertimbangan adalah berat buah, rasa, warna daging buah, persentase daging buah dan bijinya (Handayani & Ismadi, 2017).

Tingkatan kedua adalah keanekaragaman spesies, yang merujuk pada keberagaman jenis makhluk hidup yang dapat dijumpai di berbagai tempat seperti lingkungan pemukiman, hutan kota, hingga Ruang Terbuka Hijau (RTH). Keanekaragaman ini biasanya tampak dari perbedaan bentuk fisik antarspesies yang

meskipun memiliki kemiripan, tetap menunjukkan ciri khas masing-masing. Sebagai contoh, dalam famili palem-paleman (*Areaceae*), seperti kelapa, aren, sawit, dan pinang, secara kasat mata tampak memiliki kemiripan, terutama pada bentuk daunnya yang menyerupai pita. Selanjutnya, keanekaragaman pada tingkat ekosistem mencerminkan variasi dalam struktur dan fungsi komunitas biologis yang terbentuk dari interaksi timbal balik antar spesies dan lingkungannya, membentuk sistem ekologis yang khas dan stabil (Haneda & Yuniar, 2020).

Ketiga tingkatan keanekaragaman hayati tersebut memiliki perbedaan dalam hal komposisi, baik dari segi karakteristik organisme maupun sifat fisiologisnya, yang dapat digunakan untuk mengelompokkan makhluk hidup ke dalam masing-masing tingkatan. Untuk mengukur keanekaragaman hayati, dapat digunakan tiga parameter utama, yaitu kekayaan spesies (jumlah jenis), tingkat keanekaragaman spesies, dan tingkat pemerataan penyebaran spesies. Di antara ketiganya, keanekaragaman jenis menjadi indikator keberlangsungan (*wellbeing*) sistem ekologis dan menjadi variabel yang paling mudah dan cepat diukur (Irni, 2021).

## 1.2 Tingkatan Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati terbagi menjadi tiga tingkatan utama, yakni keanekaragaman genetik, spesies, dan ekosistem. Keanekaragaman genetik mengacu pada variasi genetik yang terdapat dalam suatu spesies, yang berfungsi agar spesies tersebut dapat bertahan dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Tingkatan berikutnya adalah keanekaragaman spesies, yang meliputi variasi jenis organisme yang hidup dalam suatu habitat atau komunitas tertentu. Sedangkan keanekaragaman ekosistem mencakup ragam lingkungan fisik beserta

interaksi kompleks antara unsur biotik dan abiotik yang membentuk suatu ekosistem. Ketiga tingkatan ini saling terkait dan sama-sama penting dalam menjaga keseimbangan dan ketahanan lingkungan. Keanekaragaman tumbuhan tingkat rendah seperti *Thallophyta* dan *Bryophyta* menjadi perhatian utama karena peran ekologisnya yang penting, meskipun sering kali kurang diperhatikan dalam penelitian biodiversitas (Sengka et al., 2022).

### 1.3 Fungsi dan Manfaat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati memiliki peranan penting dalam berbagai aspek, baik ekologis, ekonomi, maupun edukasi. Dari sudut pandang ekologis, keberagaman hayati menjaga stabilitas ekosistem dengan mendukung proses dekomposisi dan siklus nutrien, serta menyediakan habitat bagi beragam organisme. Secara ekonomis, keanekaragaman hayati menjadi sumber bahan pangan, obat-obatan, serta produk industri lainnya. Selain itu, secara edukatif, keanekaragaman ini bisa dijadikan sumber belajar yang kontekstual guna meningkatkan pemahaman dan literasi sains, terutama bagi para pelajar. Tumbuhan tingkat rendah sangat potensial sebagai media pembelajaran karena dapat memperlihatkan secara langsung struktur dan fungsi makhluk hidup yang sederhana. Jenis-jenis tumbuhan tingkat rendah tersebut nantinya akan digunakan dalam pengembangan bahan ajar berbasis kearifan lokal berupa ensiklopedia untuk materi Keanekaragaman Hayati pada kelas X SMA (Sengka et al., 2022).

### 1.4 Ancaman Keanekaragaman Hayati

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati semakin meningkat akibat aktivitas manusia yang merusak lingkungan. Kerusakan habitat, pencemaran,

konversi lahan, serta perubahan iklim menjadi faktor utama yang mengancam kelangsungan hidup berbagai spesies, termasuk tumbuhan tingkat rendah. Kurangnya kesadaran dan edukasi mengenai tumbuhan kecil ini juga mempercepat hilangnya keberadaan spesies lokal secara tidak terdeteksi. Hutan Pinus Nongko Ijo, yang merupakan kawasan berhutan dengan potensi biodiversitas tinggi, juga mengalami dampak negatif dari aktivitas manusia seperti pariwisata tidak terkendali, penebangan liar, dan minimnya kebijakan konservasi terhadap tumbuhan tingkat rendah. Pendidikan konservasi memiliki potensi besar untuk membentuk generasi yang berkomitmen terhadap keberlanjutan lingkungan di masa depan dengan menerapkan kurikulum berbasis lingkungan, kegiatan lapangan, dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan yang sejalan dengan prinsip SDGs (Lailatul & Nursiwi, 2024).

### 1.5 Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Pelestarian keanekaragaman hayati dapat dilakukan melalui konservasi in-situ, yaitu melindungi organisme di habitat aslinya, serta konservasi ex-situ yang dilakukan di luar habitat alami seperti di kebun raya atau taman botani. Selain itu, edukasi kepada masyarakat, khususnya generasi muda, sangat penting untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya pelestarian biodiversitas. Pendidikan menjadi sarana utama dalam menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan. Oleh sebab itu, pengembangan media pembelajaran seperti ensiklopedia tumbuhan tingkat rendah yang berbasis eksplorasi di Hutan Pinus Nongko Ijo menjadi langkah strategis. Hutan, misalnya, dapat dijadikan sebagai tempat wisata alam yang berfungsi untuk konservasi sekaligus edukasi. Selain itu, hutan konservasi juga

berfungsi sebagai lokasi penelitian, pendidikan, serta pelestarian budaya yang terkait dengan kearifan lokal (Lailatul & Nursiwi, 2024).

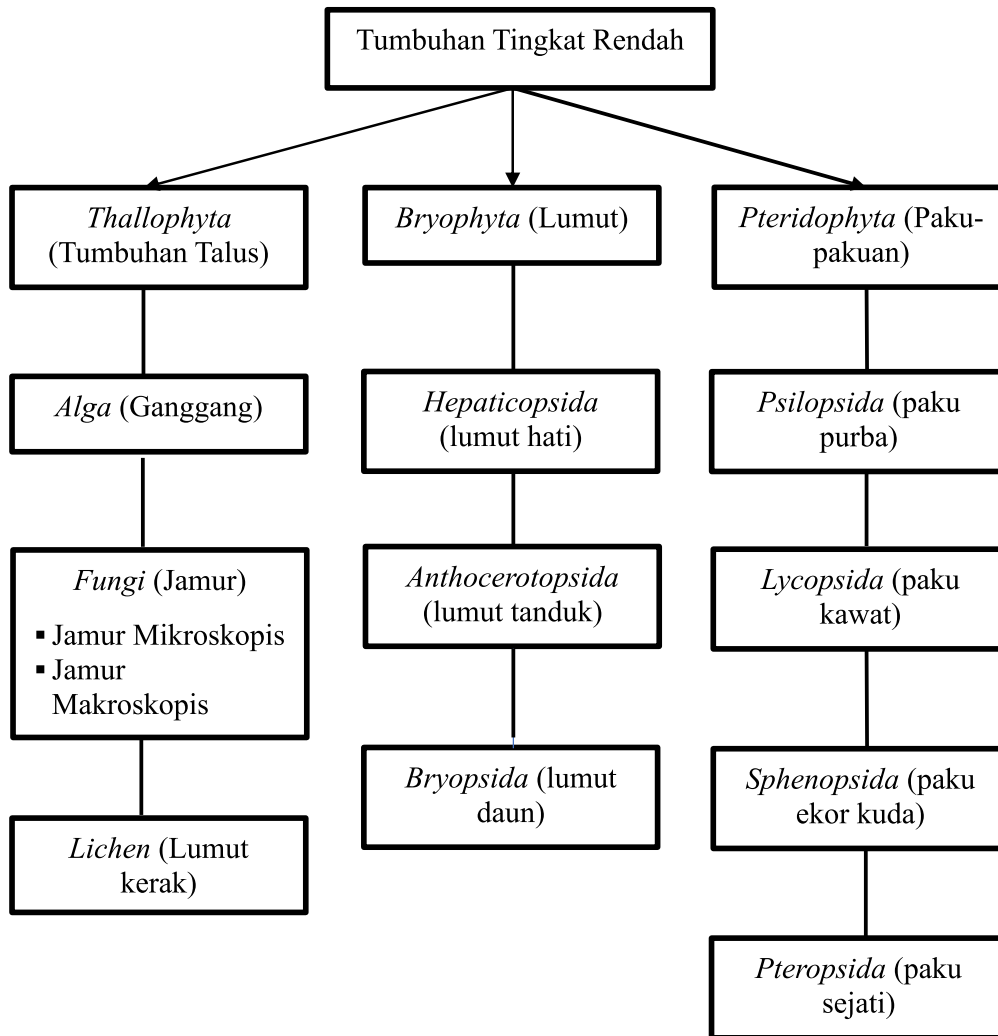
## 2. Karakteristik Tumbuhan Tingkat Rendah

### 2.1 Pengertian Tumbuhan Tingkat Rendah

Tumbuhan tingkat rendah adalah kelompok tumbuhan yang memiliki struktur sederhana dan tidak memiliki jaringan pembuluh sejati seperti yang ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi. Kelompok ini meliputi organisme seperti lumut (*Bryophyta*), paku (*Pteridophyta*) dan subdivisi jamur (*Thallophyta*), yang umumnya tumbuhan yang memiliki habitat di tempat lembab, hidup berkelompok, dan sangat mudah ditemukan di sekitar lingkungan (Rifqiawati et al., 2024). Tumbuhan tingkat rendah memiliki peran penting dalam ekosistem, seperti membantu proses pembentukan tanah, menjaga kelembaban lingkungan, serta menjadi indikator kualitas udara dan air (Endang et al., 2020a). Selain itu, peranan lain dari tumbuhan tingkat rendah yaitu mampu mengukur kondisi kualitas lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu, jika di suatu habitat masih ditemukan banyak tumbuhan ini, maka habitat atau lingkungan tersebut dapat dinilai stabil (Rifqiawati et al., 2024).

### 2.2 Klasifikasi Tumbuhan Tingkat Rendah

Tumbuhan tingkat rendah meliputi kelompok *Thallophyta*, *Bryophyta*, dan *Pteridophyta*, sering kali memiliki struktur yang sederhana, di mana bagian-bagian seperti akar, batang, dan daun tidak dapat dibedakan secara jelas.

**Bagan 1.** Klasifikasi Tumbuhan Tingkat Rendah

### 2.3 Kelompok Tumbuhan Tingkat Rendah

#### a) Tumbuhan *Thallophyta* (Subdivisi Jamur atau Fungi)

*Thallophyta* merupakan kelompok tumbuhan tingkat rendah yang memiliki tubuh berupa *talus*, yaitu struktur tubuh yang tidak terdiferensiasi menjadi akar, batang, dan daun seperti tumbuhan tingkat tinggi. Kelompok

ini mencakup berbagai organisme sederhana seperti alga, fungi (jamur), dan bakteri fotosintetik. Dalam konteks jamur, *Thallophyta* mengacu pada organisme yang tidak berklorofil dan memiliki dinding sel yang tersusun dari kitin, berbeda dengan tumbuhan hijau yang memiliki dinding sel dari selulosa. Berbagai jenis jamur yang memiliki peran ekologis penting, seperti dalam proses dekomposisi bahan organik, pengaturan siklus nutrisi tanah, serta kontribusi terhadap struktur ekosistem hutan (Agustiani et al., 2024).

Jamur yang termasuk dalam *Thallophyta* memiliki berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari mikroskopis hingga makroskopis. Mereka hidup secara saprofit dengan memanfaatkan bahan organik mati sebagai sumber makanan, meskipun ada juga yang bersifat parasit pada tumbuhan, hewan, maupun manusia. Reproduksi jamur ini terdiri dari aseksual dan seksual. Aseksual melalui pembentukan *soredia*, *isidia* dan *lobules*, sedangkan yang seksual adalah dengan pembentukan *spora askus* (menyerupai Fungi *Ascomycota* dan *Basidiomycota*) (Roziaty, 2016). Struktur tubuh jamur pada *Thallophyta* umumnya terdiri dari benang-benang halus yang disebut *hifa*, yang membentuk jaringan *miselium*.

Dalam ekosistem, jamur *Thallophyta* memiliki fungsi vital terutama dalam siklus nutrisi karena kemampuannya menguraikan bahan organik kompleks menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tanaman dan organisme lain. Selain itu, beberapa jenis jamur juga memiliki peran dalam simbiosis mutualisme, seperti *mikoriza* yang membantu penyerapan nutrisi oleh akar tumbuhan (Hapsani & Basri, 2018). Pemahaman tentang jamur dalam

*Thallophyta* sangat penting, terutama dalam pengembangan ilmu biologi dan konservasi keanekaragaman hayati, mengingat peran ekologisnya yang luas dan kontribusinya terhadap keseimbangan ekosistem. Reproduksi pada tumbuhan *thallophyta* dapat terjadi secara *vegetatif* maupun *generatif*. Reproduksi *vegetatif* sering dilakukan melalui *spora* yang dihasilkan dari *sporangium*, sementara reproduksi *generatif* melibatkan peleburan *gamet* yang terbentuk dalam organ *gametangium*. Proses reproduksi ini beragam, termasuk *isogami*, *anisogami*, *gametangiogami*, dan *oogami*. Keberagaman cara reproduksi ini memungkinkan *thallophyta* untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan meningkatkan peluang kelangsungan hidup spesies mereka (Sodiq & Arisandi, 2020).

b) Tumbuhan *Bryophyta* (Tumbuhan Lumut)

Tumbuhan *Bryophyta*, yang umum dikenal sebagai lumut, merupakan kelompok tumbuhan sederhana yang tergolong dalam divisi *non-vaskular*, artinya mereka tidak memiliki jaringan pembuluh seperti *xilem* dan *floem*. Struktur tubuh lumut masih sangat sederhana dan belum berkembang seperti pada tumbuhan tingkat tinggi, dengan bagian utama yang terdiri atas *rizoid*, *kaulid*, dan *filosid* yang berfungsi mirip akar, batang, dan daun meskipun tanpa jaringan khusus. Karena tidak memiliki sistem pembuluh pengangkut, lumut mengandalkan proses *difusi* untuk memindahkan air dan zat hara, sehingga mereka membutuhkan lingkungan yang lembap untuk bisa hidup dan berkembang. Umumnya, kumpulan lumut yang ditemukan tumbuh pada

substrat yang berbeda, berupa celah batu, selokan air, dan di atas permukaan batu (Hajar et al., 2024).

Siklus hidup *Bryophyta* memiliki ciri khas dengan pergiliran keturunan antara dua fase utama, yaitu *gametofit* dan *sporofit*. Fase *gametofit* adalah tahap dominan yang biasa kita lihat sebagai lumut hijau yang tampak di alam. Pada fase ini, lumut menghasilkan gamet jantan dan betina yang akan bersatu melalui *fertilisasi* dengan bantuan air untuk membentuk *sporofit*. *Sporofit* ini tumbuh menempel pada *gametofit* dan berfungsi menghasilkan *spora* yang kemudian berkembang menjadi *gametofit* baru. Tumbuhan ini sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan karena dapat menyerap air dan nutrisi dari lingkungan sekitarnya serta berperan dalam siklus karbon dan nitrogen (Irawati et al., 2023).

Selain peranannya dalam siklus hidup dan adaptasi ekologis, lumut juga memiliki fungsi penting dalam berbagai ekosistem. Lumut sering bertindak sebagai pionir yang membuka lahan baru setelah gangguan lingkungan seperti tanah kosong atau batuan. Dengan kemampuannya mengikat tanah dan menjaga kelembaban, lumut berkontribusi dalam mencegah erosi serta membantu pembentukan tanah melalui pelapukan dan penguraian bahan organik. Selain itu, tumbuhan ini sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan karena dapat menyerap air dan nutrisi dari lingkungan sekitarnya serta berperan dalam siklus karbon dan nitrogen (Irawati et al., 2023).

Dari perspektif ilmiah dan pendidikan, *Bryophyta* menjadi objek penting dalam penelitian botani dan ekologi, khususnya dalam memahami evolusi tumbuhan. Lumut dianggap sebagai salah satu tumbuhan tertua yang ada di bumi dan berfungsi sebagai model untuk mempelajari bagaimana organisme hidup beradaptasi di lingkungan darat. Selain itu, lumut memiliki potensi aplikasi praktis seperti digunakan dalam bioteknologi sebagai bioindikator kualitas udara dan air serta dalam upaya konservasi lingkungan. Ilmu pengetahuan dan teknologi tidak dapat dilepaskan dari sumber daya alam yang menjadi objek kajian. Lumut, sebagai salah satu organisme sederhana, kini menjadi perhatian dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan dan farmasi (Munte, 2024).

Meskipun memiliki fungsi dan manfaat yang signifikan, populasi tumbuhan lumut di alam menghadapi berbagai ancaman terutama akibat aktivitas manusia seperti deforestasi, pencemaran, dan perubahan iklim. Perubahan lingkungan yang drastis dapat merusak habitat lembap yang sangat dibutuhkan lumut untuk bertahan hidup dan bereproduksi. Oleh sebab itu, pelestarian tumbuhan lumut perlu menjadi bagian dari upaya konservasi keanekaragaman hayati secara menyeluruh. Pendidikan dan penelitian mengenai lumut, termasuk pengembangan media pembelajaran yang mengangkat eksplorasi tumbuhan tingkat rendah di kawasan Hutan Pinus Nongko Ijo, dapat meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat untuk melindungi kelompok tumbuhan ini (Sengka et al., 2022).

c) Tumbuhan *Pteridophyta* (Tumbuhan Paku)

Tumbuhan *Pteridophyta*, atau yang dikenal sebagai tumbuhan paku, termasuk kelompok tumbuhan tingkat rendah yang telah memiliki sistem pembuluh sejati, yakni *xilem* dan *floem*, yang memungkinkan transportasi air dan nutrisi secara efektif di dalam tubuhnya. Berbeda dengan lumut, *pteridophyta* memiliki organ-organ sejati seperti akar, batang, dan daun yang mendukung pertumbuhan lebih besar dan struktur yang lebih kompleks. Tumbuhan paku biasanya tumbuh di lingkungan yang basah dan teduh, contohnya hutan hujan tropis, meskipun ada juga yang mampu hidup di daerah lebih kering. Mereka memiliki peran ekologis penting sebagai tumbuhan pionir di habitat yang terganggu serta sebagai habitat bagi berbagai organisme lain (P. I. Sari et al., 2024).

Siklus hidup *pteridophyta* mengalami pergiliran keturunan antara fase *gametofit* dan *sporofit*, mirip dengan lumut, namun fase *sporofit* pada tumbuhan paku merupakan tahap dominan yang lebih terlihat jelas. *Sporofit* menghasilkan *spora* yang kemudian berkembang menjadi *gametofit*, yang ukurannya lebih kecil dan sering sulit dilihat. Pada *gametofit* inilah terjadi pembentukan *gamet* jantan dan betina yang akan bersatu melalui fertilisasi membentuk *sporofit* baru. Dengan adanya sistem pembuluh, *pteridophyta* dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan secara efisien dalam pengangkutan air dan nutrisi (Fisani & Nurmiyanti, 2022).

Secara ekologis, tumbuhan paku berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, salah satunya melalui sistem akar yang kuat dan menyebar sehingga mampu mengurangi erosi tanah. Daun-daun paku yang

lebat juga membantu mempertahankan kelembapan tanah dan udara di sekitarnya. Selain itu, *pteridophyta* turut serta dalam siklus nutrisi dengan mendaur ulang bahan organik, sehingga mendukung keberlangsungan berbagai organisme yang bergantung pada kesuburan tanah (Khairani et al., 2019).

Dalam bidang pendidikan dan penelitian, *pteridophyta* menjadi fokus studi penting karena memberikan pemahaman tentang evolusi tanaman berbiji dan adaptasi tumbuhan di daratan. Tumbuhan paku dianggap sebagai bentuk transisi antara tumbuhan non-vaskular tingkat rendah dan tumbuhan tingkat tinggi berbiji. Selain itu, paku juga memiliki manfaat praktis, seperti dalam pengobatan tradisional dan sebagai tanaman hias dengan nilai estetika. Penelitian tentang keanekaragaman dan potensi ekologis *pteridophyta* terus dikembangkan demi mendukung konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan (A'tourrohman et al., 2020).

Walaupun tumbuhan paku cukup adaptif, keberadaannya di alam terancam oleh perubahan lingkungan, konversi lahan, dan polusi. Kerusakan habitat serta eksploitasi yang tidak terkontrol menyebabkan penurunan populasi beberapa spesies paku. Oleh sebab itu, upaya konservasi, termasuk pelestarian habitat dan pengembangan media pembelajaran berbasis eksplorasi lapangan seperti di Hutan Pinus Nongko Ijo, sangat penting untuk menjaga keberlanjutan *biodiversitas* tumbuhan tingkat rendah di Indonesia (Setiawan, 2022).

#### 2.4 Peranan Tumbuhan Tingkat Rendah

Tumbuhan tingkat rendah, yang mencakup kelompok seperti lumut (*Bryophyta*), paku (*Pteridophyta*), dan subdivisi jamur (*Thallophyta*), memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem di berbagai jenis habitat. Sebagai organisme awal yang dapat hidup di lingkungan yang kurang menguntungkan, seperti tanah tandus atau permukaan batuan, mereka mampu memulai proses pembentukan tanah dan meningkatkan kesuburan dengan mengumpulkan bahan organik serta menjaga kelembapan tanah. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman yang lebih kompleks dan membantu mempertahankan kestabilan ekosistem secara menyeluruh (P. I. Sari et al., 2024).

Selain fungsi sebagai pionir ekologis, tumbuhan tingkat rendah juga menyediakan tempat tinggal dan sumber makanan bagi berbagai makhluk mikro dan makro, seperti serangga dan mikroorganisme tanah. Mereka turut berperan dalam siklus nutrisi dengan menguraikan bahan organik yang pada akhirnya mempertahankan kesuburan tanah serta mendukung rantai makanan. Lumut, misalnya, sering digunakan sebagai indikator bio lingkungan karena kepekaannya terhadap perubahan kondisi habitat, sehingga keberadaannya menjadi tanda penting bagi kesehatan ekosistem. Peran ekologis ini menegaskan betapa vitalnya tumbuhan tingkat rendah dalam menjaga keanekaragaman hayati dan stabilitas lingkungan (Bawaihaty et al., 2014).

Dari sudut pandang ilmiah dan pendidikan, tumbuhan tingkat rendah menjadi objek penelitian yang sangat berarti untuk memahami proses evolusi dan adaptasi tumbuhan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Sebagai salah satu kelompok tumbuhan tertua di bumi, mereka memberikan wawasan penting bagi para ilmuwan dalam mempelajari mekanisme adaptasi dan diversifikasi makhluk hidup. Selain itu, tumbuhan ini juga memiliki manfaat praktis, seperti aplikasi dalam bidang bioteknologi, pengobatan tradisional, serta sebagai media pembelajaran yang efektif dalam pendidikan biologi. Pengembangan bahan ajar yang berbasis eksplorasi tumbuhan tingkat rendah di habitat aslinya dapat meningkatkan kesadaran serta ketertarikan masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan (Andari et al., 2022).

Meski demikian, tumbuhan tingkat rendah kini menghadapi berbagai ancaman serius akibat aktivitas manusia, seperti deforestasi, polusi, dan perubahan iklim. Kerusakan habitat yang terjadi berakibat langsung pada menurunnya populasi dan keberagaman spesies tumbuhan ini. Oleh karena itu, langkah pelestarian yang meliputi konservasi habitat, peningkatan edukasi masyarakat, dan pengembangan media pembelajaran berbasis lapangan menjadi sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup tumbuhan tingkat rendah. Contoh nyata dari upaya konservasi ini adalah program yang berjalan di kawasan Hutan Pinus Nongko Ijo, yang menggabungkan penelitian dan pendidikan untuk melindungi biodiversitas tumbuhan tingkat rendah di Indonesia (Sengka et al., 2022).

### 3. Karakteristik Hutan Pinus

#### 3.1 Pengertian Hutan Pinus

Hutan pinus adalah sebuah ekosistem yang didominasi oleh pohon-pohon pinus dari *genus* Pinus, yang biasanya tumbuh pada wilayah dengan iklim sedang hingga tropis, khususnya pada ketinggian tertentu seperti pegunungan dan perbukitan. Wilayah ini umumnya memiliki tanah yang miskin akan nutrisi, namun memiliki sistem drainase yang baik sehingga tidak tergenang air. Daun pinus yang berbentuk jarum memiliki adaptasi khusus untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti kekeringan dan suhu dingin. Keberadaan hutan pinus tidak hanya berfungsi sebagai tempat hidup berbagai jenis flora dan fauna, tetapi juga memiliki peranan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem, terutama dalam konservasi tanah dan air, serta berkontribusi pada penyerapan karbon yang membantu mengurangi efek perubahan iklim (Mursali et al., 2024).

Selain dari segi ekologis, hutan pinus juga memiliki nilai ekonomi dan sosial yang signifikan. Hutan ini menjadi sumber utama bahan baku untuk industri kayu, yang menghasilkan produk-produk seperti kertas, resin, dan berbagai bahan bangunan. Selain itu, hutan pinus juga dikenal sebagai tujuan wisata alam yang populer karena pemandangannya yang indah dan udara yang segar, yang sangat bermanfaat untuk rekreasi sekaligus pendidikan lingkungan. Oleh sebab itu, pengelolaan hutan pinus secara berkelanjutan sangat diperlukan agar fungsi ekologis dan ekonominya tetap terjaga tanpa merusak keseimbangan alam di sekitarnya (Narendra et al., 2021).

Dalam hal pelestarian keanekaragaman hayati, hutan pinus menyediakan habitat yang vital bagi berbagai tumbuhan tingkat rendah, seperti lumut dan jamur, yang meskipun ukurannya kecil, memiliki peran penting dalam ekosistem hutan. Organisme-organisme ini berkontribusi pada proses pelapukan, dekomposisi, serta siklus nutrisi yang memastikan kesuburan tanah dan kelangsungan hidup organisme lain di ekosistem tersebut. Oleh karena itu, upaya konservasi dan penelitian yang berfokus pada hutan pinus sangat penting untuk mendukung keberlanjutan biodiversitas dan menjaga fungsi ekologisnya secara menyeluruh (Fauziyah & Nugraheni, 2024).

Namun, hutan pinus saat ini menghadapi berbagai ancaman serius yang berasal dari aktivitas manusia, seperti alih fungsi lahan untuk pertanian atau pemukiman, serta dampak perubahan iklim yang mengubah kondisi lingkungan alami. Kerusakan habitat dan tekanan lingkungan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas dan luasan hutan pinus secara signifikan. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan kebijakan perlindungan yang efektif, pendidikan masyarakat tentang pentingnya menjaga hutan, dan pelibatan komunitas lokal dalam pengelolaan hutan. Pendekatan yang holistik dan terintegrasi dalam pengelolaan hutan pinus diharapkan dapat meminimalkan dampak negatif serta mempertahankan manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi yang dihasilkan oleh ekosistem hutan ini (Arrafi, 2025).

### 3.2 Manfaat Hutan Pinus

Hutan pinus memainkan peran vital dalam menjaga kestabilan lingkungan, khususnya dari aspek ekologis. Salah satu kontribusinya adalah

dalam mencegah erosi dan tanah longsor, terutama di wilayah pegunungan atau lereng yang curam. Hal ini dimungkinkan karena sistem akar pohon pinus yang kokoh dan menyebar luas mampu memperkuat struktur tanah. Selain itu, hutan pinus mendukung siklus hidrologi dengan membantu proses penyerapan air ke dalam tanah, sekaligus mempertahankan kualitas air di sekitarnya (Latumahina et al., 2024).

Dari perspektif ekonomi, hutan pinus menyimpan potensi besar sebagai sumber bahan baku industri, seperti kayu, kertas, dan resin. Karakteristik kayunya yang ringan dan mudah diproses menjadikan pohon pinus banyak dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan industri, termasuk furnitur dan bangunan. Tidak hanya itu, kawasan hutan pinus juga sering dimanfaatkan sebagai destinasi wisata berbasis alam, dengan daya tarik visual dan udara yang sejuk, yang mampu mendatangkan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar melalui sektor pariwisata ramah lingkungan (Sugiarto et al., 2023).

Selain aspek ekologis dan ekonomi, hutan pinus memiliki nilai penting dalam bidang sosial dan pendidikan. Kawasan ini sering dijadikan lokasi penelitian dan edukasi lingkungan bagi akademisi maupun masyarakat umum, terutama dalam hal pelestarian ekosistem hutan. Lebih dari itu, hutan pinus berfungsi sebagai ruang hijau yang memberikan manfaat psikologis dan fisik melalui aktivitas rekreasi. Oleh karena itu, perlunya pelibatan masyarakat dalam upaya konservasi menjadi kunci agar fungsi dan manfaat hutan pinus tetap terjaga untuk masa depan (Qodriyatun, 2019).

#### 3.4 Pengelolaan Hutan Pinus

Dalam kurun waktu lima tahun terakhir, pengelolaan hutan pinus di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga kelestarian sumber daya hutan. Salah satu strategi yang diimplementasikan adalah sistem multiusaha kehutanan, yang mencakup eksploitasi hasil hutan kayu dan non-kayu seperti getah pinus, serta pemanfaatan jasa lingkungan. Pada tahun 2023, volume produksi getah pinus nasional tercatat sebesar 568.986 ton, di mana Perum Perhutani berkontribusi sekitar 421.352 ton atau 74% dari total produksi (Maryudi, 2016). Angka ini memperlihatkan bahwa pengelolaan hutan pinus secara berkelanjutan berpotensi besar mendukung perekonomian nasional.

Selain berkontribusi terhadap perekonomian, pengelolaan hutan pinus juga mendukung pelestarian lingkungan melalui pengurangan deforestasi dan degradasi hutan. Berdasarkan data tahun 2024, angka deforestasi netto di Indonesia turun menjadi 175,4 ribu hektar, salah satunya karena pelaksanaan program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) oleh KLHK yang mencakup area seluas 217,9 ribu hektar (Maryudi, 2016). Hutan pinus termasuk dalam kawasan yang menjadi sasaran utama rehabilitasi, khususnya pada hutan produksi dan lindung yang menghadapi ancaman kerusakan akibat aktivitas manusia.

Partisipasi masyarakat juga menjadi aspek penting dalam pengelolaan hutan pinus, yang diwujudkan melalui program Perhutanan Sosial. Dalam lima tahun terakhir, pendekatan ini menjadi salah satu upaya strategis pemerintah dalam menyelesaikan persoalan penguasaan lahan serta

meningkatkan kesejahteraan masyarakat di sekitar hutan. Pada 2023, tercatat seluas 20.643 hektar kawasan hutan dikelola masyarakat lewat skema Kemitraan Kehutanan, melebihi target pemerintah (Maryudi, 2016). Masyarakat memanfaatkan sumber daya seperti getah pinus dan madu secara legal dengan pendekatan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, pengelolaan hutan pinus selama lima tahun terakhir mencerminkan pendekatan yang terpadu antara aspek ekonomi, ekologi, dan sosial. Keberhasilan ini memperlihatkan bahwa pelestarian lingkungan dapat berjalan selaras dengan pemanfaatan ekonomi jika ditopang oleh kebijakan yang tepat sasaran. Model pengelolaan seperti yang diterapkan di wilayah Jawa berpotensi menjadi rujukan dalam pengelolaan hutan produksi di berbagai daerah lain di Indonesia (Ekawati et al., 2015).

#### 4. Ensiklopedia Sebagai Sumber Belajar Biologi

##### 4.1 Pengertian Sumber Belajar

Sumber belajar mencakup segala hal yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam pendidikan modern, sumber belajar meliputi berbagai bahan, alat, lingkungan, serta individu yang berperan dalam memberikan informasi atau membantu pemahaman siswa (Soeprpto et al., 2001). Tidak hanya terbatas pada buku pelajaran, sumber belajar juga mencakup media digital, internet, laboratorium, dan sumber daya lokal yang relevan. Penggunaan berbagai jenis sumber belajar sangat penting untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran.

Kemajuan teknologi telah memperluas konsep sumber belajar menjadi lebih fleksibel dan dinamis (Julianti et al., 2025). Kini, baik siswa maupun guru lebih mudah mengakses sumber belajar digital seperti *e-book*, video pembelajaran, dan platform belajar online. Sumber-sumber ini mendukung proses pembelajaran yang lebih mandiri dan interaktif. Sistem manajemen pembelajaran seperti *Google Classroom* dan *Moodle* juga memfasilitasi ketersediaan materi belajar yang dapat diakses kapan pun diperlukan.

Selain itu, sumber belajar juga meliputi lingkungan fisik dan sosial yang dapat dijadikan media pembelajaran. Contohnya, kebun sekolah, museum, pasar, hingga narasumber dari komunitas sekitar dapat menjadi bagian dari sumber belajar kontekstual (Brananta et al., 2022). Sumber belajar jenis ini membantu siswa menghubungkan materi pelajaran dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman tersebut mendukung pemahaman yang lebih dalam sekaligus memperkuat karakter peserta didik.

Keberhasilan pembelajaran sangat bergantung pada kemampuan guru dalam memilih dan mengembangkan sumber belajar yang sesuai. Guru harus menyesuaikan sumber belajar dengan kebutuhan peserta didik, karakteristik materi, dan tujuan pembelajaran (A. N. K. Sari et al., 2022). Pemilihan sumber belajar yang tepat dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa. Oleh sebab itu, guru juga perlu mengevaluasi efektivitas sumber belajar yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Secara umum, sumber belajar memiliki peran penting dalam membantu tercapainya tujuan pendidikan. Perpaduan antara sumber belajar tradisional dan modern memungkinkan proses pembelajaran menjadi lebih adaptif dan responsif terhadap perkembangan zaman. Pendidikan di era abad ke-21 menuntut pemanfaatan beragam sumber belajar guna membentuk generasi yang kritis, kreatif, dan kompetitif (Mulyono & Ampo, 2020). Karena itu, pengelolaan dan pemanfaatan sumber belajar harus menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem pendidikan.

#### 4.2 Pengertian Ensiklopedia

Ensiklopedia merupakan sumber rujukan yang dirancang untuk menyampaikan informasi secara terstruktur dan menyeluruh tentang beragam topik dari berbagai disiplin ilmu. Dalam praktiknya, ensiklopedia menjadi alat penting untuk membantu memperdalam pengetahuan, baik dalam bidang sejarah, ilmu pengetahuan, kebudayaan, maupun teknologi. Di ranah pendidikan, peran ensiklopedia sangat penting sebagai sarana pendukung belajar. Kemajuan teknologi telah mendorong pemahaman baru tentang sumber belajar yang lebih fleksibel dan interaktif (Mulyani & Armiami, 2021). Kini, siswa dan guru dapat dengan mudah mengakses berbagai bahan ajar digital, seperti *e-book*, video edukatif, serta platform pembelajaran daring, yang memungkinkan proses belajar yang lebih mandiri.

Terdapat berbagai kategori ensiklopedia, mulai dari ensiklopedia umum yang mencakup banyak bidang ilmu, hingga ensiklopedia khusus yang fokus pada satu cabang ilmu saja. Dengan berkembangnya era digital, ensiklopedia

daring semakin diminati karena dapat diakses dengan mudah serta selalu diperbarui secara berkala. Sumber belajar tidak hanya terbatas pada media digital atau cetak, melainkan juga mencakup lingkungan sosial dan fisik yang relevan (Muliana, 2024). Contohnya, kebun sekolah, museum, atau komunitas lokal dapat menjadi sumber belajar kontekstual yang mampu mengaitkan teori dengan pengalaman nyata.

Ensiklopedia menjadi alat yang efektif dalam mendukung proses pendidikan karena menyajikan informasi yang valid dan dapat dipercaya. Pemanfaatan ensiklopedia tidak hanya memperkaya pengetahuan peserta didik, tetapi juga dapat membangkitkan ketertarikan mereka terhadap materi pelajaran. Kesuksesan pembelajaran sangat dipengaruhi oleh kecakapan guru dalam menentukan dan memanfaatkan sumber belajar yang sesuai (Istiani & Retnoningsih, 2015). Jika sumber yang digunakan tepat sasaran, maka antusiasme dan keaktifan siswa pun akan meningkat dalam proses belajar.

Secara umum, peran ensiklopedia dalam pendidikan sangat vital dalam mencapai tujuan pembelajaran yang efektif. Perpaduan antara ensiklopedia cetak dan digital memberikan fleksibilitas dan kelengkapan informasi yang dibutuhkan untuk menyesuaikan pembelajaran dengan perkembangan zaman. Sistem pendidikan masa kini harus mampu mengakomodasi berbagai jenis sumber belajar demi membentuk generasi yang adaptif, inovatif, dan mampu bersaing secara global (Fakhri, 2023). Maka dari itu, pengelolaan sumber belajar, termasuk ensiklopedia, perlu menjadi prioritas dalam pengembangan strategi pendidikan nasional.

### 4.3 Karakteristik Ensiklopedia

Ensiklopedia digital dan cetak memiliki karakteristik yang berbeda, yang memengaruhi cara pengguna mengakses dan menggunakan informasi di dalamnya. Ensiklopedia cetak berupa buku fisik dengan isi yang tetap dan hanya tersedia dalam edisi tertentu. Karena wujudnya yang fisik, ensiklopedia ini memerlukan ruang penyimpanan khusus dan biasanya hanya dapat diakses di tempat tertentu seperti perpustakaan atau rumah. Meskipun demikian, ensiklopedia cetak dikenal memiliki informasi yang akurat karena telah melalui proses penyuntingan yang ketat sebelum diterbitkan, sehingga menjadi sumber yang dapat diandalkan (Pangesti, 2023).

Sebaliknya, ensiklopedia digital menawarkan akses yang lebih mudah dan fleksibel karena dapat diakses secara online menggunakan berbagai perangkat seperti komputer, tablet, atau smartphone. Keunggulan utama ensiklopedia digital adalah kemampuannya untuk diperbarui secara berkala dan real-time, sehingga informasi yang disediakan selalu up-to-date dan relevan. Hal ini berbeda dengan ensiklopedia cetak yang memerlukan proses pencetakan ulang dan distribusi fisik yang memakan waktu lama untuk memperbarui isi (Putri et al., 2022). Selain itu, ensiklopedia digital biasanya dilengkapi dengan fitur pencarian dan tautan (*hyperlink*) yang membantu pengguna menemukan informasi dengan cepat serta mengeksplorasi topik terkait secara interaktif.

Perbedaan lain terletak pada tingkat interaktivitas. Ensiklopedia digital memungkinkan penyajian multimedia seperti video, animasi, dan audio yang

dapat memperkaya pengalaman belajar, terutama bagi generasi yang sudah familiar dengan teknologi. Dengan demikian, pemahaman materi bisa menjadi lebih mendalam dan menarik. Sebaliknya, ensiklopedia cetak hanya menyajikan teks dan gambar statis yang walaupun informatif, kurang mampu memberikan pengalaman interaktif dan rangsangan visual yang beragam (Prabowo, 2022).

Dari sisi portabilitas, ensiklopedia digital jauh lebih praktis karena memungkinkan pengguna membawa ribuan halaman informasi dalam satu perangkat kecil yang mudah dibawa ke mana saja. Sedangkan ensiklopedia cetak cenderung berat dan memerlukan ruang penyimpanan yang besar, sehingga kurang praktis untuk dibawa bepergian. Namun, penggunaan ensiklopedia digital tetap bergantung pada ketersediaan akses internet dan perangkat elektronik yang memadai, yang bisa menjadi kendala di beberapa daerah (Mulyani & Armiami, 2021).

Secara umum, baik ensiklopedia digital maupun cetak memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing yang saling melengkapi dalam mendukung proses belajar dan penyebaran informasi. Ensiklopedia cetak cocok bagi mereka yang mengutamakan sumber informasi yang stabil dan tidak bergantung pada teknologi, sementara ensiklopedia digital menawarkan kemudahan akses, pembaruan cepat, dan interaktivitas yang sesuai dengan kebutuhan zaman. Oleh karena itu, pemanfaatan kedua jenis ensiklopedia secara bersamaan sangat dianjurkan untuk meningkatkan efektivitas penggunaan sumber belajar (Mulyani & Armiami, 2021).

#### 4.4 Kelebihan dan Kekurangan Ensiklopedia

Ensiklopedia merupakan salah satu bentuk sumber informasi tertulis yang memiliki struktur penyajian sistematis dan mudah dipahami oleh berbagai kalangan. Dalam ranah pendidikan, ensiklopedia tidak hanya sekadar sebagai alat bantu pembelajaran untuk menyampaikan fakta, tetapi juga berperan dalam mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan sintesis. Buku ensiklopedia yang membahas tentang famili *Lauraceae*, ketika digunakan dalam proses pembelajaran berbasis masalah, mampu meningkatkan daya analitis mahasiswa. Buku tersebut tidak hanya menyajikan materi secara informatif, tetapi juga dirancang untuk merangsang pemikiran reflektif mahasiswa melalui skenario pembelajaran yang mendorong mereka untuk menilai, menarik kesimpulan, serta mengambil keputusan berdasarkan penalaran kritis yang matang (Liansari & Untari, 2020).

Selain fungsinya dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa, ensiklopedia juga menjadi sumber rujukan yang cukup penting dalam aktivitas perpustakaan, khususnya sebagai media referensi dasar. Meskipun pengguna perpustakaan lebih sering meminjam jurnal ilmiah atau buku-buku pelajaran, ensiklopedia tetap memiliki tempat tersendiri sebagai sumber informasi yang padat dan ringkas. Dalam studi mereka di Perpustakaan Umum Daerah Kabupaten Wonosobo, ditemukan bahwa banyak pemustaka memanfaatkan ensiklopedia untuk mendapatkan pemahaman awal mengenai suatu topik, sebelum kemudian mendalami topik tersebut melalui sumber lain

yang lebih kompleks. Ini menunjukkan bahwa ensiklopedia masih relevan sebagai titik awal dalam proses pencarian informasi (Dewanti & Ilmi, 2022).

Meski demikian, kelebihan ensiklopedia tidak lepas dari beberapa keterbatasan. Salah satu kendala utama dari penggunaan ensiklopedia adalah tidak selalu diperbaharainya konten secara berkala, sehingga informasi yang tersedia bisa jadi telah usang atau tidak sesuai dengan temuan atau perkembangan terbaru di bidang tertentu. Ensiklopedia sering kali hanya memberikan uraian secara permukaan, sehingga tidak dapat dijadikan rujukan utama dalam kajian yang bersifat mendalam, teknis, atau penelitian ilmiah lanjutan. Karena itulah, meskipun berguna sebagai sumber informasi awal, ensiklopedia tetap memerlukan pelengkap berupa literatur lain yang lebih rinci dan mutakhir, terutama dalam konteks akademik dan riset lanjutan (Annur et al., 2025)

#### 4.5 Peran dan Manfaat Ensiklopedia

Ensiklopedia memainkan peran signifikan dalam menyediakan informasi yang disusun secara rapi dan terstruktur, sehingga dapat diakses oleh pembaca dari beragam latar belakang. Sebagai media referensi, ensiklopedia memudahkan pengguna untuk memahami dasar-dasar suatu disiplin ilmu sebelum melanjutkan ke bacaan ilmiah yang lebih mendalam. Dalam lingkungan akademik, ensiklopedia kerap dijadikan rujukan awal karena menyuguhkan konten yang telah melalui proses verifikasi dan penyuntingan oleh para ahli (Beku, 2024). Informasi yang disajikan pun umumnya akurat

dan mencakup berbagai bidang ilmu, menjadikannya sumber terpercaya untuk studi lintas disiplin.

Lebih jauh lagi, ensiklopedia juga turut mendorong peningkatan literasi dan memperluas wawasan masyarakat umum. Perkembangan teknologi telah memunculkan ensiklopedia digital yang memungkinkan akses tanpa batas dan pembaruan informasi secara rutin (Prabowo, 2022). Melalui platform daring, pengguna dapat menjelajahi beragam topik dengan cepat tanpa bergantung pada versi cetak yang seringkali terbatas jumlah dan edisinya. Keunggulan ini menjadikan ensiklopedia sebagai alat yang fleksibel untuk mendukung pembelajaran sepanjang hayat dan adaptasi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan.

Dalam dunia pendidikan, ensiklopedia berperan sebagai media bantu belajar yang memperkaya proses pengajaran. Jenis ensiklopedia tematik seperti ensiklopedia dalam bidang sejarah atau biologi, menawarkan pemahaman lebih dalam dengan fokus pada satu bidang tertentu (Untari, 2016). Keberadaan ensiklopedia di perpustakaan sekolah maupun universitas sangat membantu peserta didik dalam memperoleh informasi valid, yang pada akhirnya mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih berkualitas dan berbasis referensi.

Di dunia riset, ensiklopedia juga berfungsi sebagai sarana dokumentasi pengetahuan yang terus diperbaharui. Ensiklopedia ilmiah biasanya dilengkapi dengan sumber pustaka dan referensi lainnya yang menambah bobot akademis dari setiap entri yang disajikan (Dewanti & Ilmi, 2022)

Dengan memanfaatkan ensiklopedia, peneliti dapat memperoleh pemahaman awal tentang topik kajian, yang sangat bermanfaat dalam mempercepat proses eksplorasi masalah dan merancang kerangka studi yang berbasis ilmiah.

Selain itu, dalam bidang profesional, ensiklopedia sering digunakan sebagai panduan dalam pengambilan keputusan, terutama di sektor yang menuntut presisi dan keandalan informasi. Profesi seperti hukum, kesehatan, dan teknologi kerap mengandalkan ensiklopedia untuk mengakses informasi yang kredibel dan terbaru (Damayanti et al., 2020). Dengan demikian, ensiklopedia tidak hanya relevan di dunia akademik, tetapi juga menjadi bagian penting dalam praktik profesional yang menuntut referensi objektif dan mutakhir

## **B. Kajian Penelitian yang Relevan**

Kajian penelitian yang relevan merupakan analisis mendalam terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki kesamaan topik atau isu dengan penelitian yang sedang dilakukan sebagai berikut : Inventarisasi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) Di hutan Batu Tikar Kecamatan Luwuk Kabupaten Banggai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil inventarisasi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) di Hutan Batu Tikar Kecamatan Luwuk Kabupaten Banggai. Hasil yang didapat dari penelitian ini diperoleh 30 jenis yaitu *Adiantum sp. 1*, *Adiantum sp. 2*, *Pteris sp*, *Asplenium sp. 1*, *Asplenium sp. 2*, *Asplenium sp. 3*, *Asplenium sp. 4*, *Asplenium sp. 5*, *Asplenium sp. 6*, *Selaginellawilldenowii (Desv.) Bak*, *Cyclosorus sp. 1*, *Cyclosorus sp. 2*, *Cyclosorus sp. 3*, *Cyclosorus sp. 4*, *Thelypteris sp. 1*, *Thelypteris sp. 2*, *Thelypteris sp. 3*, *Christella sp*, *Orthiopteris sp.*,

*Nephrolepis* sp. 1, *Nephrolepis* sp. 2, *Microsorium* sp., *Lastreopsis* sp., *Diplazium* sp., *Dicranopteris* sp., *Diplazium* sp., *Diplazium* sp., *Stenosomia* sp., *Heterogonium* sp., *Dryopteris* sp., *Davallia* sp. (Karim et al., 2022).

Penelitian Endang et al., (2020) menunjukkan bahwa Inventarisasi Jenis-Jenis Lumut (*Bryophyta*) di Daerah Aliran Sungai Kabura-Burana Kecamatan Batauga Kabupaten Buton Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis lumut yang tumbuh di Daerah Aliran Sungai Kabura-burana. Hasil yang didapat dari penelitian ini diperoleh 15 spesies lumut yang terdiri atas 11 spesies lumut daun dan 4 spesies lumut hati. Lumut daun yang teridentifikasi hingga tingkat jenis yaitu *Fissdens intromarginatulus*, *Calymperes afzelii*, *Barbula indica*, *Ectropothecium falciforme*, *Pelekium velatum* dan *Orthorrhynchium phyllogonioides*, sedangkan lumut daun yang teridentifikasi sampai tingkat genus yaitu *Syrrhopodon* sp., *Hyophila* sp., *Splachnobryum* sp., dan *Thuidium* sp. dan yang hanya sampai tingkat familia yaitu *Hypnaceae*. Lumut hati teridentifikasi hingga tingkat jenis yaitu *Marchantia acaulis*, *Dumortiera hirsuta*, sedangkan yang teridentifikasi hingga tingkat genus yaitu *Marchantia* sp. dan yang hanya sampai tingkat familia yaitu *Lejeuneaceae*.

Inventarisasi Jamur Di Taman Hutan Raya (Tahura) Berastagi Kabupaten Karo, Sumatera Utara (Rahmadina et al., 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis jamur, metode identifikasi jamur, manfaat-manfaat jamur, dan cara pengambilan jamur. Hasil yang didapat dari penelitian ini ditemukan 5 famili jamur makroskopis yaitu *Pythiaceae*, *Marasmiaceae*, *Ganodermataceae*, *Coprinaceae*, *Polyporaceae* dan 11 spesies jamur makroskopis yaitu, *Pythya vulgaris*, *Trametes*

*versicolor*, *Ganoderma sp1*, *Ganoderma sp2*, *Ganoderma sp3*, *Marasmius siccus*, *Coprinus sp1*, *Coprinus sp2*, *Coprinus sp3*, *Laetiporus sp.*

Terdapat persamaan dan perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang telah dilaksanakan, persamaannya terletak pada objek penelitian dan tujuan penelitiannya yaitu untuk mengetahui jenis tumbuhan lumut, paku dan jamur. Sedangkan perbedaannya terletak pada wilayah yang dijadikan sebagai lokasi penelitian. Penelitian yang akan dilaksanakan terletak pada Area Hutan Pinus Nongko Ijo Desa Kare, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun, Jawa Timur.

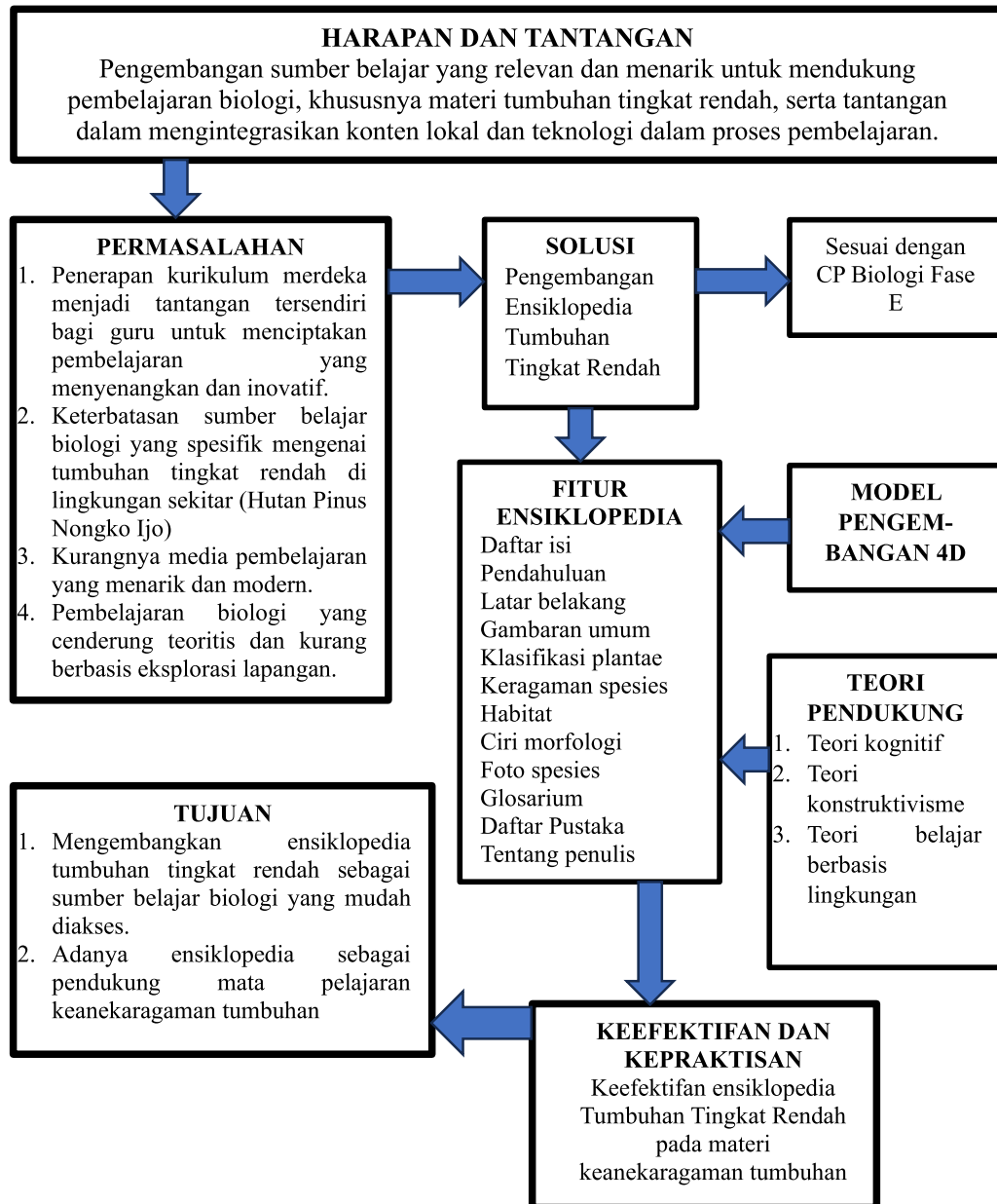
### **C. Kerangka Berpikir**

Sumber belajar mencakup segala hal yang dapat digunakan untuk mendapatkan pengetahuan dan pengalaman baru. Alam, dengan segala keanekaragaman hayatinya, termasuk hutan, adalah salah satu sumber belajar yang sangat kaya. Hutan Pinus Nongko Ijo Kare, dengan ekosistem uniknya, memiliki potensi besar sebagai laboratorium alam untuk pembelajaran. Tumbuhan tingkat rendah, yang sering kali terabaikan, menyimpan berbagai informasi mengenai keanekaragaman hayati, adaptasi, dan interaksi antar organisme. Melakukan inventarisasi terhadap kelompok tumbuhan ini akan membuka peluang untuk mengembangkan berbagai aktivitas pembelajaran yang menarik dan bermakna, baik di tingkat sekolah maupun masyarakat.

Tumbuhan tingkat rendah seperti lumut dan paku memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, namun keberadaannya sering terabaikan dalam proses pembelajaran di sekolah. Hutan Pinus Nongko Ijo di Madiun memiliki kekayaan jenis tumbuhan tingkat rendah yang tinggi, namun potensinya belum

dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan ajar yang relevan. Sementara itu, proses belajar di banyak sekolah masih bergantung pada bahan ajar tradisional seperti buku paket dan LKS, yang kurang mampu menyajikan kekayaan alam lokal secara menarik. Untuk itu, pengembangan ensiklopedia digital berbasis keanekaragaman tumbuhan tingkat rendah dari kawasan tersebut menjadi sebuah inovasi penting dalam menyediakan sumber belajar Biologi yang lebih kontekstual dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran modern. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan media pembelajaran yang berbasis potensi lokal guna meningkatkan pemahaman siswa terhadap keanekaragaman hayati secara nyata dan aplikatif.

Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan inovasi dalam penyediaan media pembelajaran yang berbasis pada potensi lokal. Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah ensiklopedia digital yang memuat informasi tentang keanekaragaman tumbuhan tingkat rendah di kawasan Hutan Pinus Nongko Ijo. Media ini tidak hanya akan membantu memperkenalkan siswa pada flora lokal secara lebih mendalam dan aplikatif, tetapi juga akan mendukung pendekatan pembelajaran kontekstual yang sesuai dengan kurikulum modern. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan media edukatif tersebut agar dapat digunakan sebagai sumber belajar biologi yang relevan dan menarik. Dengan mengaitkan materi pembelajaran dengan lingkungan nyata, diharapkan pemahaman siswa terhadap konsep keanekaragaman hayati dapat meningkat, sekaligus membentuk kesadaran ekologis yang lebih kuat sejak dini.



**Gambar 2. 1** Skema Kerangka Berpikir

#### D. Hipotesis

1. Media pembelajaran ensiklopedia Tumbuhan Tingkat Rendah di Area Hutan Pinus Nongko Ijo yang dikembangkan valid dan layak digunakan pada pembelajaran Biologi materi keanekaragaman hayati kelas X SMA.

2. Media pembelajaran ensiklopedia Tumbuhan Tingkat Rendah di Area Hutan Pinus Nongko Ijo yang dikembangkan memenuhi efektif digunakan pada pembelajaran Biologi materi keanekaragaman hayati kelas X SMA.