

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pembelajaran Biologi

Pembelajaran biologi merupakan proses pendidikan yang berfokus pada pemahaman mengenai kehidupan dan organisme, termasuk struktur, fungsi, pertumbuhan, evolusi, dan interaksi mereka dengan lingkungan. Secara umum, biologi adalah ilmu yang mempelajari makhluk hidup, mulai dari yang paling sederhana seperti bakteri hingga organisme kompleks seperti manusia. Oleh karena itu, pembelajaran biologi tidak hanya mencakup aspek-aspek dasar dari ilmu kehidupan tetapi juga cara-cara praktis untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam konteks kehidupan sehari-hari dan penelitian ilmiah.

Secara definisi, pembelajaran biologi dapat diartikan sebagai proses sistematis dalam memahami dan mengeksplorasi prinsip-prinsip kehidupan dan fenomena biologis. Proses ini melibatkan pengembangan pengetahuan tentang berbagai tingkat organisasi kehidupan, mulai dari molekul dan sel hingga ekosistem dan biosfer. Dalam konteks pendidikan, pembelajaran biologi bertujuan untuk memberikan siswa pemahaman yang mendalam tentang mekanisme yang mendasari kehidupan serta keterkaitan antara organisme dan lingkungan mereka.

Beberapa aspek penting dalam pembelajaran biologi mencakup:

1. **Konsep Dasar Biologi:** Meliputi pengenalan pada struktur dan fungsi sel, genetik, metabolisme, dan ekologi. Pemahaman dasar ini membentuk landasan bagi pembelajaran yang lebih kompleks dan spesifik.
2. **Metodologi Ilmiah:** Pembelajaran biologi melibatkan penerapan metode ilmiah, termasuk observasi, hipotesis, eksperimen, dan analisis data.

Hal ini penting untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan untuk melakukan penelitian yang valid dan reliabel.

3. **Aplikasi dan Relevansi:** Biologi tidak hanya diajarkan untuk kepentingan akademis tetapi juga untuk penerapan praktis. Misalnya, pengetahuan biologi sangat relevan dalam bidang kedokteran, pertanian, dan lingkungan. Pembelajaran biologi mengajarkan bagaimana prinsip-prinsip biologis dapat diterapkan untuk memecahkan masalah dunia nyata.

4. **Evolusi dan Keanekaragaman Hayati:** Konsep evolusi dan keanekaragaman hayati merupakan bagian integral dari pembelajaran biologi. Siswa diperkenalkan pada teori evolusi oleh seleksi alam dan pentingnya keanekaragaman spesies dalam ekosistem.

5. **Interdisipliner:** Biologi sering kali bersinggungan dengan disiplin ilmu lain seperti kimia, fisika, dan matematika. Oleh karena itu, pembelajaran biologi tidak hanya terbatas pada ilmu biologis tetapi juga mencakup integrasi pengetahuan dari bidang-bidang lain untuk pemahaman yang lebih holistik.

Dalam pelaksanaannya, pembelajaran biologi dilakukan melalui berbagai metode, termasuk pengajaran di kelas, praktikum laboratorium, observasi lapangan, dan penggunaan teknologi digital seperti simulasi dan perangkat lunak edukasi. Evaluasi dalam pembelajaran biologi biasanya melibatkan kombinasi tes tertulis, laporan eksperimen, dan proyek penelitian untuk mengukur pemahaman dan keterampilan siswa.

Kesimpulannya, pembelajaran biologi adalah proses pendidikan yang menyeluruh dan dinamis, bertujuan untuk mengembangkan pemahaman mendalam

mengenai prinsip-prinsip kehidupan dan penerapannya. Melalui pendekatan yang komprehensif dan interaktif, pembelajaran biologi tidak hanya membekali siswa dengan pengetahuan ilmiah tetapi juga keterampilan praktis yang dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan dan pekerjaan profesional.

## **2.2 Virtual laboratorium**

### **2.2.1 Definisi Virtual laboratorium**

Komputer digunakan di virtual laboratorium untuk mereplikasi peralatan yang mahal dan rumit atau untuk menggantikan penelitian yang dilakukan di lokasi (Kertati et al., 2023). Melalui virtual laboratorium, siswa dapat melihat dan terlibat dengan fenomena yang akan siswa temui jika siswa melakukan eksperimen di laboratorium fisik. Selain itu, virtual laboratorium berfungsi sebagai komponen yang berguna untuk meningkatkan proses pembelajaran, menginspirasi siswa untuk melakukan eksperimen interaktif, dan membantu siswa membangun kemampuan eksperimental siswa.

Oleh karena itu, virtual laboratorium dapat dicirikan sebagai kumpulan program komputer yang mewakili eksperimen sulit atau fenomena abstrak yang dilakukan di laboratorium nyata. Hal ini dapat meningkatkan kegiatan belajar untuk membantu membangun kemampuan pemecahan masalah yang diperlukan. Salah satu aspek pendidikan di abad kedua puluh satu yang dapat meningkatkan pemikiran kreatif, komunikasi yang efisien, produktivitas tinggi, dan spiritualitas adalah penggabungan TIK. Karena pertumbuhan TIK yang cepat di abad ke-21, komunikasi dapat terjadi kapan saja dan dari lokasi mana pun. Kurikulum independen dibuat untuk memperhitungkan kemajuan ini.

Definisi khas laboratorium adalah: (1) lokasi yang dirancang untuk eksperimen, pengujian, dan analisis ilmiah; (2) periode akademik yang disediakan untuk pekerjaan laboratorium; atau (3) lokasi yang menawarkan peluang untuk praktik, observasi, dan eksperimen dalam bidang studi tertentu. Virtual laboratorium dapat dianggap sebagai taman bermain interaktif di mana pengguna dapat merancang dan melakukan eksperimen simulasi. Itu terdiri dari buku referensi, program simulasi yang bergantung pada domain, alat yang bekerja dengan objek ini, dan unit eksperimental yang disebut objek yang menyertakan file data. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk melengkapi sistem praktikum tradisional adalah virtual laboratorium.

Kebanyakan orang menyebut virtual laboratorium ini sebagai V-Lab, atau Virtual laboratorium. Virtual laboratorium ini akan memberikan pilihan kepada siswa, terutama untuk praktikum dengan atau tanpa konektivitas internet, sehingga tidak perlu lagi hadir di laboratorium secara fisik. Karena anak-anak dapat belajar secara aktif tanpa bantuan guru atau alat bantu lain seperti sistem operasi, ini menjadi jenis pembelajaran yang efektif. Mahasiswa dapat mengikuti praktikum secara mandiri dengan bantuan format presentasi berbasis web ukup (Puspita, 2008).

Pengaturan virtual-disebut sebagai lab virtual - berkisar dalam kompleksitas dari situs web statis sederhana dengan teks dan video hingga yang dinamis dengan lingkungan tingkat lanjut, rapat virtual, penulisan kolaboratif, dan video sesuai permintaan, di antara banyak kemampuan lainnya. Akses jarak jauh ke alat ukur, kamera, mikrofon, rangkaian mekanik dan listrik, proses kimia, eksperimen biologi, dan sumber daya lainnya semuanya dapat diakses melalui virtual laboratorium ini.

Beragam model dan struktur yang tersedia untuk virtual laboratorium bergantung pada spesifikasi subjek yang dipelajari, tujuannya, dan teknologi yang digunakan.

Motivasi untuk implementasi virtual laboratorium termasuk, tetapi tidak terbatas pada:

- (1) Keterbatasan sumber daya dan ruang dalam laboratorium fisik dapat menyebabkan keterlambatan dalam kegiatan belajar siswa, di mana siswa mungkin harus bersaing atau menunggu ketersediaan sumber daya yang terbatas. Selain itu, percobaan seseorang dapat terganggu sebelum selesai karena pembagian sumber daya.
- (2) Biaya peralatan yang mahal menjadi hambatan dalam berbagi peralatan antara siswa.
- (3) Keterbatasan jarak fisik dapat mengurangi stimulus untuk kolaborasi penelitian atau kerja dalam kelompok independen.
- (4) Keberadaan lingkungan belajar di luar sekolah memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi dalam proyek bersama atau mengembangkan proyek siswa sendiri bersama siswa lain di luar jam pelajaran.
- (5) Kemungkinan untuk melakukan berbagai percobaan di lokasi yang berbeda meningkatkan fleksibilitas dalam pembelajaran.
- (6) Pengawasan terpencil dan intervensi dalam eksperimen berbahaya dapat membantu mencegah kecelakaan dan memastikan keamanan siswa.

### **2.2.2 Jenis Virtual laboratorium**

Virtual laboratorium dapat diklasifikasikan secara luas menjadi dua kategori: laboratorium berbasis simulator dan perangkat keras aktual, laboratorium dua dan tiga dimensi. Jenis pertama didasarkan pada kumpulan model perangkat lunak, yang pada tingkat abstraksi tertentu adalah objek atau sistem. Ketepatan perilaku simulator adalah satu-satunya masalah di sini. Barang asli jarang menyerupai model abstraknya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa model abstrak dimaksudkan untuk menjadi dasar dan membantu pemahaman siswa tentang dasar-dasarnya.

Mayoritas tidak dapat sepenuhnya menggambarkan setiap aspek dari hal yang ditiru. Pendekatan terhadap virtual laboratorium konvensional ini dimungkinkan oleh jenis kedua, yang memiliki banyak fitur yang sama dengan yang pertama. Ada rak di setiap ruang kelas yang berisi peralatan yang tidak tersedia untuk siswa setiap saat dan tidak dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh. Dengan demikian, fleksibilitas proses pengajaran dan pemanfaatan laboratorium asli dapat ditingkatkan dengan menggabungkan yang tradisional dengan yang kontemporer dan memungkinkan akses jarak jauh ke peralatan nyata. Teknologi jaringan dan perangkat lunak menyediakan akses peralatan terkait.

### **2.3 Virtual laboratorium pada Pembelajaran Biologi**

Mahasiswa Universitas Negeri New Jersey telah memanfaatkan virtual laboratorium untuk praktikum biologi siswa, yaitu untuk tujuan penempatan sel mitosis dan meiosis serta mengasah kemampuan sentrifugasinya (Subramanian & Marsic 2001). Dalam rangka melakukan eksperimen pemuliaan virus di ovo dengan

menggunakan metode ilmiah, seperti pengumpulan data, perumusan masalah, perumusan hipotesis, pemecahan masalah dengan eksperimen simulasi, pengumpulan data, interpretasi ilmiah, dan penarikan kesimpulan, virtual laboratorium dalam penelitian ini berupaya memperkenalkan mahasiswa pada proses pelatihan inkuiri. Biaya pemeliharaan laboratorium dapat dikurangi dengan menggunakan virtual laboratorium untuk studi berbasis masalah (Karweit 2010, Brock et al. 2003).

Tujuan utama dari penggunaan virtual laboratorium adalah untuk meningkatkan literasi ilmiah melalui penggunaan multimedia interaktif yang mengajarkan konsep dasar biologi, serta memfasilitasi berbagi sumber daya melalui internet oleh para mahasiswa. Sebuah penelitian mengenai virtual laboratorium dalam studi teknik kimia menunjukkan bahwa sebagian besar responden, sebanyak 93%, menganggap bahwa virtual laboratorium memiliki manfaat yang signifikan (Domingues et al., 2010).

Manfaat utamanya adalah kemampuannya untuk memberikan pengetahuan kepada berbagai pihak, termasuk siswa, guru, dan individu lain yang tertarik untuk memperluas pengetahuannya melalui platform tersebut (Dobrzanski & Honysz, 2010). Chan (2009) juga mencatat beberapa manfaat dari virtual laboratorium, seperti fleksibilitas waktu dan tempat, kesempatan eksperimen yang lebih besar tanpa terikat oleh keterbatasan waktu dan risiko kecelakaan, peningkatan antusiasme belajar melalui interaktivitas, peningkatan keterampilan teknologi informasi, serta penguatan koneksi antara teori yang diajarkan di kelas dengan praktik secara langsung.

Selain itu, virtual laboratorium juga dianggap lebih efisien secara biaya, terutama dalam eksperimen yang memiliki tingkat kesalahan yang tinggi, dan mampu memberikan umpan balik yang cepat (Chan, 2009). Menurut mahasiswa Stanford University Medical Media and Information Technologies (SUMMIT), virtual laboratorium dinilai sebagai media pembelajaran yang menarik dan menyenangkan karena menyajikan gambar, animasi, dan simulasi interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar (Huang, 2004).

### 2.3.1 Kelebihan Virtual Lab dalam Pembelajaran Biologi

- **Aksesibilitas dan Fleksibilitas:** Virtual lab memungkinkan siswa untuk mengakses materi laboratorium dari mana saja dan kapan saja, asalkan mereka memiliki perangkat komputer dan koneksi internet. Ini mengatasi keterbatasan fisik dan logistik yang seringkali menghambat pembelajaran biologi di kelas tradisional.
- **Keamanan:** Dalam virtual lab, siswa dapat melakukan eksperimen yang melibatkan bahan kimia berbahaya atau prosedur yang memerlukan kehati-hatian tinggi tanpa risiko keselamatan. Ini memungkinkan eksplorasi berbagai eksperimen yang mungkin tidak dapat dilakukan di laboratorium nyata.
- **Biaya:** Menggunakan virtual lab mengurangi kebutuhan akan peralatan laboratorium yang mahal dan bahan kimia. Ini juga mengurangi biaya yang terkait dengan pengelolaan dan pemeliharaan laboratorium fisik.
- **Pengulangan dan Praktik:** Siswa dapat mengulang eksperimen sebanyak yang mereka butuhkan untuk memahami konsep secara



mendalam. Ini membantu mereka belajar dari kesalahan tanpa harus menghabiskan banyak sumber daya atau waktu.

- **Visualisasi dan Interaktivitas:** Virtual lab sering dilengkapi dengan visualisasi 3D dan animasi yang mempermudah pemahaman konsep-konsep kompleks seperti struktur sel atau mekanisme genetik. Interaktivitas ini dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa.

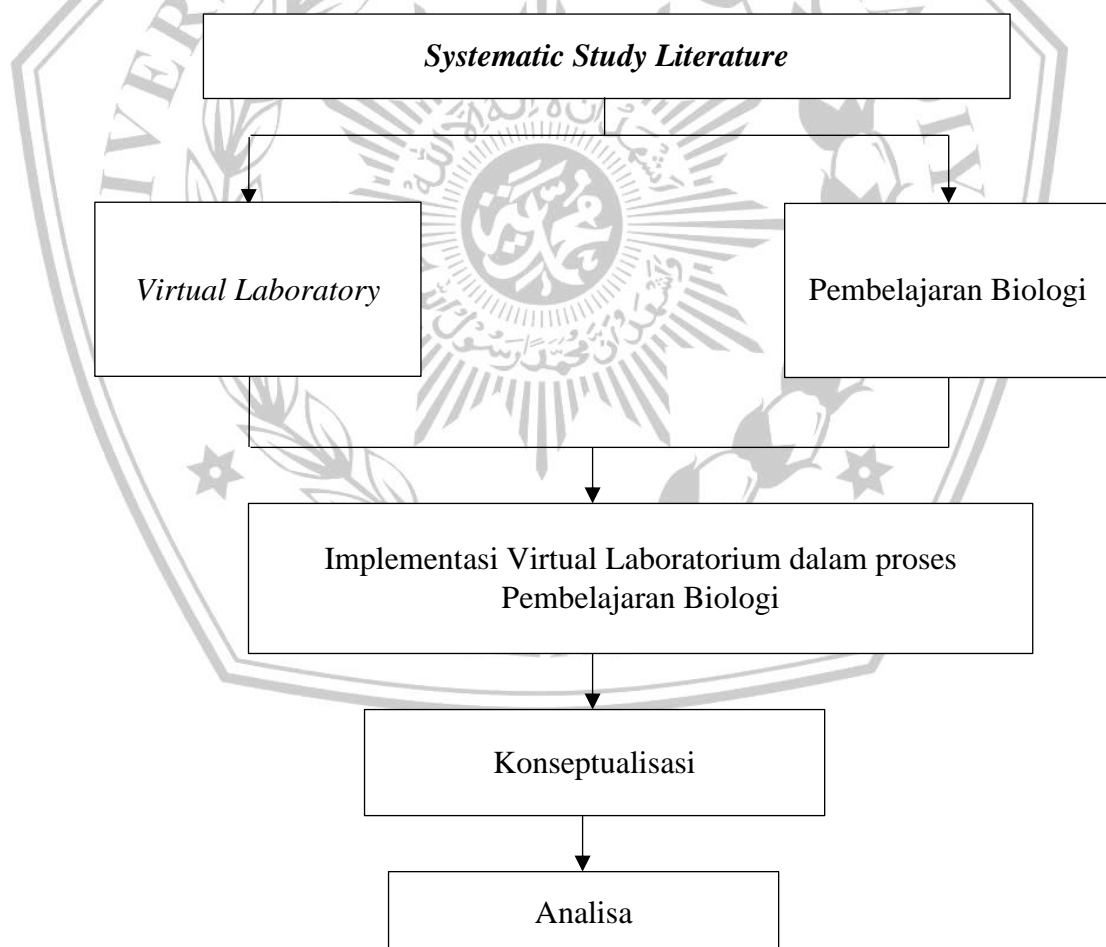
### 2.3.2 Contoh Penggunaan Virtual Lab dalam Pembelajaran Biologi

- **Eksperimen Genetika:** Virtual lab memungkinkan siswa untuk mensimulasikan teknik rekayasa genetik seperti PCR (Polymerase Chain Reaction) atau elektroforesis gel. Mereka dapat memanipulasi variabel, mengamati hasil, dan menganalisis pola migrasi DNA tanpa harus menggunakan peralatan laboratorium nyata.
- **Simulasi Struktur Sel:** Dengan virtual lab, siswa dapat menjelajahi struktur sel secara interaktif, mempelajari fungsi organel sel, dan mengamati proses seluler seperti mitosis atau meiosis dalam lingkungan yang terkendali dan dapat diulang.
- **Eksperimen Ekologi:** Virtual lab memungkinkan siswa untuk melakukan simulasi interaksi ekosistem, seperti pengaruh perubahan lingkungan terhadap populasi spesies atau dinamika rantai makanan, tanpa harus melakukan eksperimen lapangan yang memerlukan waktu dan sumber daya.
- **Kultur Sel dan Mikroskopi:** Siswa dapat melakukan eksperimen kultur sel atau mengamati preparat mikroskopis virtual. Ini memberi mereka pengalaman langsung dengan teknik yang biasa digunakan dalam biologi seluler dan mikroskopi.

### 2.3.3 Tantangan dan Pertimbangan Penggunaan Virtual Lab dalam Pembelajaran Biologi

Pertama, tidak semua konsep biologi dapat sepenuhnya disimulasikan secara virtual, terutama yang melibatkan pengalaman praktis langsung atau interaksi fisik dengan bahan. Kedua, penggunaan teknologi ini memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai, serta keterampilan teknis dari pengajar dan siswa. Terakhir, meskipun virtual lab efektif dalam memperkuat pemahaman konsep, pengalaman langsung di laboratorium tetap penting untuk membangun keterampilan praktis dan investigasi ilmiah yang mendalam.

### 2.4 Kerangka Konseptual



Gambar 2.1 Kerangka Konseptual