

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Literasi Sains

2.1.1.1 Pengertian Literasi Sains

Secara harfiah istilah literasi sains berasal dari kata *literacy* yang berarti melek huruf, dan istilah sains berasal dari kata *scientia* yang berarti ilmu pengetahuan (Rini et al., 2021). Istilah literasi sains pertama kali diperkenalkan oleh Paul DeHart Hurd pada tahun 1958 melalui artikelnya yang berjudul “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*” dan istilah tersebut telah digunakan untuk menggambarkan literasi sains merupakan pemahaman tentang sains dan aplikasinya di masyarakat (Hurd, 1958). Menurut OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) dalam (Pratiwi, Cari, & Aminah 2019) menjelaskan bahwa literasi sains adalah kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti, untuk memahami dan membuat suatu keputusan tentang alam dan juga perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia.

Adapun pengertian literasi sains menurut para ahli diantaranya menurut Gormally et al. (2012) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk membedakan fakta ilmiah dari berbagai jenis informasi, serta kemampuan untuk mengenali dan menganalisis penerapan metode penelitian ilmiah, mengidentifikasi dan menganalisis penggunaan metode penyelidikan saintifik serta kemampuan untuk mengorganisasi, menganalisis, menginterpretasikan data kuantitatif dan informasi sains. Sementara itu menurut Bybee, McCrae, and Laurie (2009) literasi sains adalah kemampuan seseorang dalam memanfaatkan konsep-konsep sains untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, menjelaskan berbagai fenomena ilmiah, serta mendeskripsikan fenomena tersebut berdasarkan bukti-bukti ilmiah yang ada. Selaras dengan itu menurut Fuadi et al. (2020) literasi sains merupakan kemampuan seseorang dalam memanfaatkan pengetahuan ilmiah untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan fenomena sains, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Secara umum,

literasi sains diukur melalui tiga dimensi utama, yaitu proses sains, konten sains dan konteks penerapan sains. Literasi sains merupakan kemampuan untuk memahami konsep dan proses sains serta memanfaatkan sains untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Nana Sutrisna, 2021).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa literasi sains merupakan kemampuan untuk memahami konsep dan proses ilmiah, menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan berbagai fenomena dan mengambil keputusan berdasarkan bukti. Literasi sains tidak hanya menekankan pada penguasaan materi saja, tetapi juga mencakup berpikir kritis, analisis informasi, dan penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.1.2 Urgensi Literasi Sains

Literasi sains berperan penting dalam membentuk kemampuan peserta didik untuk berpikir secara kritis, analitis dan logis untuk menghadapi berbagai tantangan kehidupan. Peserta didik di abad ke-21 di Indonesia masih belum sepenuhnya menyadari pentingnya literasi. Padahal literasi dapat membuat peserta didik memahami potensi diri, lingkungan dan dunia. Literasi juga berpengaruh terhadap pembentukan sumber daya manusia unggul dan berkualitas di Indonesia (Wandini et al., 2022). Salah satu bentuk literasi yang perlu ditingkatkan di sekolah adalah literasi sains yaitu kemampuan untuk memahami konsep-konsep ilmiah dan menerapkan pengetahuan tersebut dalam pengambilan keputusan yang tepat. Literasi sains menunjukkan kemampuan peserta didik dalam menguasai dan menerapkan ilmu pengetahuan untuk menyelesaikan masalah nyata yang terkait dengan sains dan teknologi (Rohmaya, 2022).

Pembelajaran sains yang efektif dapat meningkatkan keterampilan literasi sains peserta didik, khususnya dalam hal kompetensi, pengetahuan dan sikap ilmiah (Yasa et al., 2022). Rendahnya literasi sains peserta didik Indonesia, sebagaimana dilaporkan dalam hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA), menunjukkan perlunya strategi pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari. Literasi sains adalah kemampuan untuk memahami konsep-konsep ilmiah dan mengambil keputusan berdasarkan konsep-konsep ilmiah (Chen & Osman, 2017).

Kemampuan dalam literasi sains adalah kompetensi penting yang perlu dikuasai setiap peserta didik agar dapat memahami disiplin ilmu sains. Literasi sains mencakup berbagai aspek yang erat kaitannya dengan peningkatan proses belajar sains pada peserta didik, karena pada dasarnya, belajar sains, khususnya biologi, tidak hanya terfokus pada materi pelajaran, tetapi juga melibatkan pemahaman mendalam tentang berbagai elemen yang terkait dengan makhluk hidup (Atiyah et al., 2016).

Berdasarkan uraian di atas pengembangan literasi sains pada peserta didik menjadi aspek penting dalam proses pendidikan modern. Literasi sains tidak hanya meningkatkan prestasi akademik tetapi juga membentuk karakter ilmiah yang kritis, kreatif dan peduli terhadap lingkungan serta isu-isu global. Peserta didik yang memiliki literasi sains diharapkan mampu menggunakan pengetahuannya untuk membuat keputusan yang bertanggung jawab dan berkontribusi dalam menghadapi tantangan hidup di abad ke-21.

2.1.1.3 Indikator Penilaian Literasi Sains

Pengukuran literasi sains dapat dilakukan melalui tes yang disusun berdasarkan indikator literasi sains, yang mencakup dua indikator utama dengan sembilan subindikator. Menurut (Gormally et al., 2012) indikator literasi sains tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut yang dapat dilihat ditabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Indikator Literasi Sains

Indikator	Sub Indikator
Memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah	Mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid
	Mengevaluasi validitas sumber
	Membedakan jenis sumber; mengidentifikasi bias, otoritas dan keandalan
	Memahami elemen desain penelitian dan bagaimana pengaruhnya terhadap temuan atau kesimpulan ilmiah

Indikator	Sub Indikator
Mengatur, menganalisis serta menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah	Membuat representasi grafik dari data
	Membaca dan menafsirkan representasi grafik dari data
	Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk probabilitas dan statistik
	Memahami dan menafsirkan statistik dasar
	Membenarkan Kesimpulan, prediksi dan Kesimpulan Berdasarkan data kuantitatif

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa instrumen penilaian literasi sains berbentuk tes yang disusun berdasarkan indikator yang telah ditentukan, yaitu terdiri atas dua indikator utama, salah satunya mencakup kemampuan memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah dengan sembilan sub indikator pendukung.

2.1.2 Hasil Belajar

2.1.2.1 Pengertian Hasil Belajar

Hasil belajar adalah tingkat keberhasilan peserta didik yang terjadi setelah proses pembelajaran, yang mencakup tiga aspek yaitu kognitif, afektif dan psikomotorik. Menurut Lestari et al., (2021) menjelaskan bahwa hasil belajar adalah kemampuan yang diperoleh peserta didik setelah menyelesaikan latihan-latihan dalam pembelajaran. Menurut Damayanti., (2022) Hasil belajar merupakan bentuk pencapaian yang diperoleh dari proses pembelajaran yang telah dilakukan yang dilambangkan dengan satuan angka sebagai bentuk penilaiannya.

Sedangkan hasil belajar kognitif menurut Anderson & Karthwohl (2001) dalam Jarre & Bachtiar, (2017) merupakan pengetahuan yang dimiliki peserta didik sebagai hasil dari proses pembelajaran yang telah diikuti. Hasil belajar juga diartikan sebagai tingkat pencapaian peserta didik terhadap tujuan pembelajaran pada akhir suatu mata pelajaran (Alianto et al., 2021). Jadi hasil belajar merupakan capaian akhir peserta didik dalam memahami ilmu yang berkaitan dengan proses

berpikir, yang menjadi dasar bagi peserta didik untuk memperoleh pengetahuan di akhir pembelajaran.

Menurut Anderson & Karthwohl, (2017) Taksonomi Bloom hanya mempunyai satu dimensi, sedangkan taksonomi revisi memiliki dua dimensi. Dua dimensi itu adalah proses kognitif dan pengetahuan.

a. Dimensi Kognitif

Dimensi kognitif (*cognitive dimension*) adalah dimensi yang disusun mulai dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks. Kategori-kategori dalam dimensi proses kognitif yaitu mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6).

b. Dimensi Pengetahuan

Dimensi pengetahuan (*knowledge dimention*) mempunyai empat kategori diantaranya:

- 1) Pengetahuan faktual (K1), mencakup pengetahuan tentang terminologi yaitu pengertian atau definisi, dan pengetahuan tentang detail-detail dan elemen-elemen yang spesifik yaitu pengetahuan tentang peristiwa, lokasi, tanggal, orang, sumber informasi dan lainnya yang berdasar pada fakta. Pengetahuan faktual dalam penelitian ini dikaitkan dengan pengetahuan tentang terminologi, dimana responden dapat menjelaskan pengertian metode pembelajaran.
- 2) Pengetahuan konseptual (K2), merupakan pengetahuan yang lebih kompleks berbentuk klasifikasi, kategori, prinsip dan generalisasi. Pengetahuan konseptual dalam penelitian ini dikaitkan dengan pengetahuan tentang prinsip, dimana responden dapat memilih prinsip metode pembelajaran serta membedakan prinsip metode yang satu dengan lainnya.
- 3) Pengetahuan prosedural (K3), berupa rangkaian langkah yang harus diikuti mencakup tentang keterampilan, algoritma (urutan langkah-langkah logis pada penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis), teknik, metoda dan teknik khusus dan pengetahuan untuk melakukan prosedur yang tepat.
- 4) Pengetahuan metakognitif (K4), mencakup pengetahuan strategis, yaitu strategi belajar yang berpikir untuk memecahkan masalah.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan hasil yang diperoleh peserta didik dari kegiatan belajar mengajar, hasil yang diperoleh dengan melibatkan ranah kognitif, afektif dan psikomotorik. Pada penelitian ini, hasil belajar peserta didik berupa hasil yang diperoleh dari tes formatif hasil belajar yang dibatasi pada jenjang mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) serta pada aspek pengetahuan faktual (K1), konseptual (K2) dan prosedural (K3).

2.1.2.2 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Hasil belajar peserta didik dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Menurut Siregar., (2024) faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

a. Faktor internal

Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari diri peserta didik itu sendiri, faktor internal ini mencakup aspek fisiologis dan psikologis yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil belajar.

- 1) Aspek fisiologis terkait dengan kondisi fisik yang menunjukkan tingkat kebugaran jasmani. Kesehatan tubuh yang optimal yang mencakup pola makan teratur, aktivitas fisik, dan istirahat yang cukup mempengaruhi motivasi, fokus, dan ketekunan peserta didik dalam proses belajar.
- 2) Aspek psikologis mencakup berbagai kondisi mental, seperti kecerdasan, sikap, bakat, minat, dan motivasi. Kecerdasan mempengaruhi kemampuan peserta didik untuk memahami konsep dan menyesuaikan diri dengan konteks pembelajaran. Sikap membentuk respons peserta didik terhadap pendidik dan materi pembelajaran, baik secara positif maupun negatif. Bakat merupakan potensi bawaan yang memfasilitasi pencapaian kinerja maksimal. Minat berperan sebagai rangsangan intrinsik yang meningkatkan perhatian peserta didik terhadap mata pelajaran yang diminati. Motivasi, baik intrinsik maupun ekstrinsik adalah komponen pendorong utama yang menentukan antusiasme dan orientasi tujuan dalam belajar.

b. Faktor eksternal

Faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar diri peserta didik, faktor eksternal ini meliputi lingkungan sosial dan lingkungan non-sosial.

- 1) Lingkungan sosial masyarakat dapat memfasilitasi atau menghambat kemajuan belajar peserta didik. Lingkungan yang berorientasi pada pendidikan, tertib, dan memiliki nilai-nilai positif akan mendorong peserta didik untuk meningkatkan usaha belajarnya. Sebaliknya, lingkungan yang tidak mendukung dapat mengurangi fokus dan dedikasi peserta didik terhadap kegiatan belajar.
- 2) Lingkungan sosial keluarga mencakup tingkat pendidikan orang tua, perhatian dan bimbingan yang diberikan, kondisi ekonomi, interaksi antar anggota keluarga, dan suasana rumah tangga. Keluarga yang harmonis, dengan perhatian orang tua yang memadai dan kondisi ekonomi yang stabil, akan memperkuat motivasi dan prestasi belajar anak.
- 3) Lingkungan sosial sekolah terdiri dari metode pengajaran, kualitas interaksi guru-murid, hubungan antar peserta didik, kurikulum, disiplin institusi, alokasi waktu belajar, dan standar akademik. Sekolah yang kondusif dengan pendidik yang kompeten akan menciptakan lingkungan belajar yang efektif.
- 4) Lingkungan non-sosial mencakup kondisi fisik bangunan sekolah, tempat tinggal, fasilitas belajar, iklim, dan manajemen waktu. Ruang belajar yang terorganisir dengan baik, fasilitas yang memadai, dan kondisi lingkungan yang mendukung akan meningkatkan kenyamanan belajar, sehingga berdampak positif pada hasil belajar peserta didik.

2.1.2.3 Urgensi Hasil Belajar

Hasil belajar berperan penting sebagai indikator utama dalam menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Hasil belajar berfungsi untuk mengevaluasi dan melihat sejauh mana peserta didik telah memahami materi yang disampaikan dalam pembelajaran. Hasil belajar adalah indikator untuk memahami sejauh mana peserta didik memahami materi yang telah diajarkan (Izabella et al., 2021). Kemampuan kognitif peserta didik juga menunjukkan tingkat penguasaan konsep yang diperoleh melalui proses pembelajaran yang terstruktur dalam lingkungan pendidikan.

Kemampuan kognitif peserta didik menunjukkan tingkat penguasaan konsep yang diperoleh melalui proses pembelajaran (Lestariani, 2023).

Hasil belajar digunakan sebagai dasar untuk menilai efektivitas model dan strategi pembelajaran yang diterapkan di kelas, karena melalui hasil belajar kognitif, pendidik dapat mengetahui sejauh mana suatu pendekatan pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman peserta didik. Hasil belajar kognitif diperlukan untuk melihat efektivitas model pembelajaran yang digunakan oleh guru (Saragih et al., 2023). Peningkatan hasil belajar kognitif menunjukkan bahwa suatu model pembelajaran dapat mendukung peserta didik dalam memahami materi secara optimal dalam proses pembelajaran (Laily, 2022).

Berdasarkan uraian diatas disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan komponen yang penting dalam penilaian proses pembelajaran. Dengan adanya hasil belajar guru dapat mengevaluasi keberhasilan penyampaian materi dan mengukur efektivitas model serta metode pembelajaran yang diterapkan. Peningkatan hasil belajar menunjukkan bahwa suatu pendekatan mampu mendukung proses pemahaman peserta didik secara optimal. Jadi hasil belajar tidak hanya berfungsi sebagai instrumen untuk mengukur prestasi akademik tetapi juga menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk mengembangkan strategi pengajaran dan secara terus-menerus meningkatkan kualitas pendidikan.

2.1.3 Model *Discovery Learning*

2.1.3.1 Pengertian Model *Discovery Learning*

Model *discovery learning* dikembangkan oleh Jerome Bruner pada tahun 1960-an, merupakan pendekatan belajar yang aktif dan langsung yang menekankan prinsip “*learning by doing*” dimana peserta didik berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran tidak hanya menerima pengetahuan secara pasif (Khasinah, 2021). Menurut Alfieri et al., (2010) menjelaskan bahwa model *discovery learning* merupakan teori konstruktivisme berbasis penyelidikan, dimana peserta didik menggunakan pengalaman masa lalu dan pengetahuan yang ada untuk mengeksplorasi dan memahami konsep. Model ini berasal dari kata “*discovery*” yang berarti penemuan, dan “*learning*” yang berarti belajar, sehingga secara bahasa

dapat diartikan sebagai pembelajaran yang berbasis penemuan (Maulana, Rosmayadi & Kariadi., 2024).

Menurut Warsiki, (2018) menyatakan bahwa metode pembelajaran *discovery learning* merupakan salah satu alternatif dalam pemecahan masalah, karena metode ini adalah proses pembelajaran yang dirancang untuk secara aktif mendorong peserta didik membangun konsep, hukum, atau prinsip melalui serangkaian tahapan yaitu mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan menggunakan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengkomunikasikan konsep, hukum, atau prinsip yang ditemukan. Model *discovery learning* adalah proses pembelajaran yang mengharuskan peserta didik untuk menyelidiki, mengeksplorasi, dan memaksimalkan potensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik secara mandiri melalui pengaturan proses ilmiah, seperti mencari sumber informasi, membangun pengalaman pribadi, atau melakukan observasi, dengan tujuan dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi (Sulistiawan et al., 2022).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa model *discovery learning* merupakan pendekatan pembelajaran konstruktivis yang menuntut peserta didik untuk terlibat aktif dalam menemukan konsep melalui proses ilmiah. Pendekatan ini menekankan eksplorasi, investigasi, dan pengalaman langsung, sehingga efektif dalam mengembangkan pemahaman konseptual, kemandirian, dan keterampilan berpikir kritis dalam pemecahan masalah.

2.1.3.2 Sintaks Model *Discovery Learning*

Ada beberapa sintak yang terdapat pada model *discovery learning*. Sintak-sintak model *discovery learning* tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Sintaks Model *Discovery Learning*

No.	Tahap	Pelaksanaan
1.	<i>Stimulation</i> (stimulasi/pemberian rangsangan)	Pada tahap ini peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan dari

No.	Tahap	Pelaksanaan
		peserta didik untuk menyelidiki sendiri. <i>Stimulasi</i> berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan juga dapat membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan pembelajaran.
2.	<i>Problem statement</i> (pernyataan/identifikasi masalah)	Pada tahap guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin kejadian-kejadian dari masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya akan dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah).
3.	<i>Data collection</i> (pengumpulan data)	Pada tahap ini guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak banyaknya yang relevan. Tahapan ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, atau sehingga peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (collection) berbagai informasi yang relevan, menggunakan e-modul, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan narasumber, melakukan percobaan sendiri, dan sebagainya.
4.	<i>Data processing</i> (pengolahan data)	Pada tahap ini merupakan tahapan kegiatan mengolah data dan juga informasi yang telah diperoleh peserta didik dari semua informasi

No.	Tahap	Pelaksanaan
		hasil bacaan, wawancara, observasi, kemudian semuanya dianalisis.
5.	<i>Verification</i> (pembuktian)	Pada tahap ini peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data processing.
6.	<i>Generalization</i> (menarik kesimpulan/generalisasi)	Tahap ini merupakan proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan juga berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil <i>verifikasi</i> .

Sumber: (Agapau et al., 2024)

2.1.3.3 Kelebihan Model *Discovery Learning*

Kelebihan model *discovery learning* menurut Yuliana, (2018) antara lain sebagai berikut:

- 1) Mendukung peserta didik dalam meningkatkan dan mengembangkan keterampilan serta proses kognitif peserta didik;
- 2) Model ini memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat sesuai dengan kecepatan peserta didik itu sendiri;
- 3) Meningkatkan apresiasi peserta didik melalui kegiatan diskusi;
- 4) Dapat menimbulkan rasa bahagia dan kepuasan karena peserta didik berhasil melakukan penelitian; dan
- 5) Membantu peserta didik mengatasi skeptisisme atau keraguan dengan mengarahkan peserta didik menuju bukti yang pasti dan jelas.

2.1.3.4 Kekurangan Model *Discovery Learning*

Kekurangan model *discovery learning* menurut Yuliana, (2018) antara lain sebagai berikut:

- 1) Model ini mengasumsikan adanya kesiapan pikiran untuk belajar, sehingga peserta didik dengan kemampuan intelektual yang lebih rendah mungkin

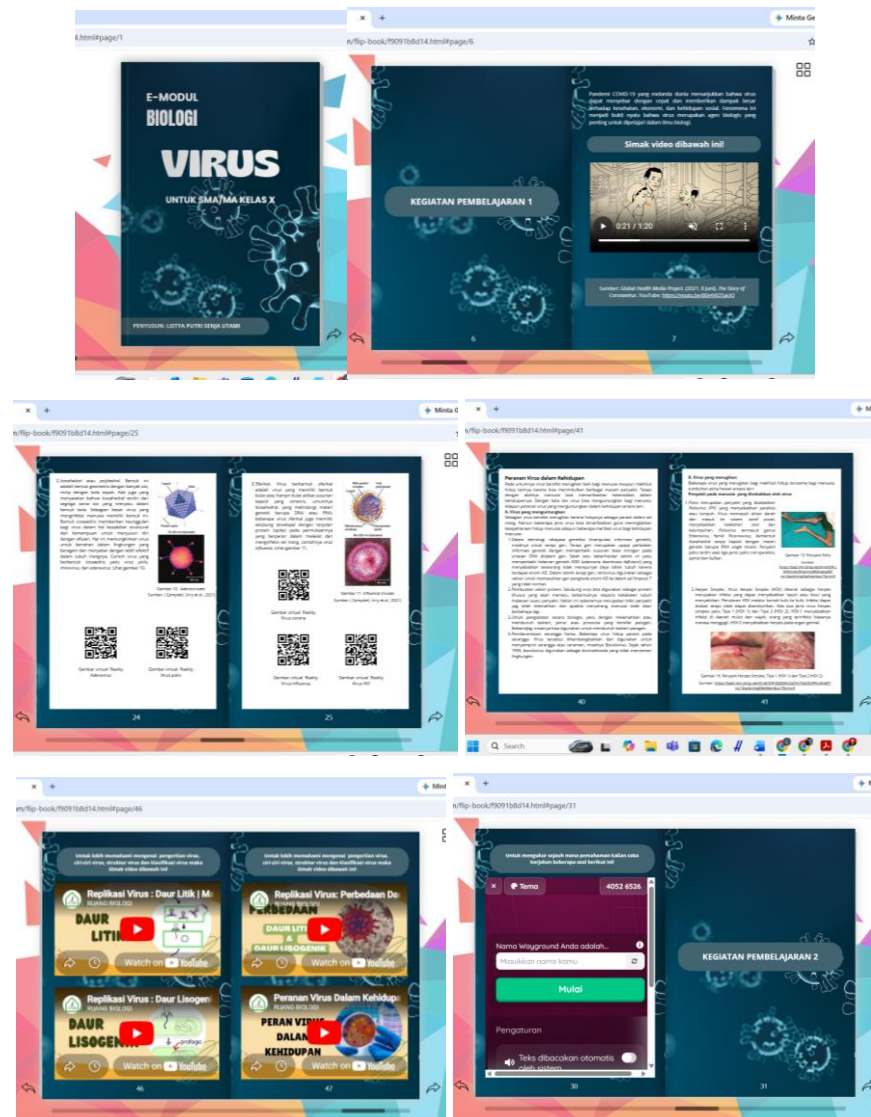
mengalami kesulitan dalam berpikir konseptual atau mengidentifikasi hubungan antar konsep, baik yang eksplisit maupun implisit, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kesalahan;

- 2) Model ini membutuhkan waktu pelaksanaan yang cukup lama, sehingga kurang efisien diterapkan dalam konteks pembelajaran dengan jumlah peserta didik yang besar;
- 3) Tujuan yang diinginkan dapat terganggu jika peserta didik masih terbiasa dengan pendekatan pembelajaran konvensional; dan
- 4) Model ini lebih efektif dalam meningkatkan aspek pengetahuan, tetapi kurang memperhatikan dimensi pembelajaran lainnya.

2.1.4 E-Modul

2.1.4.1 Pengertian E-Modul

E-modul adalah media pembelajaran digital yang terstruktur secara sistematis yang memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri. E-modul merupakan bahan ajar dalam bentuk elektronik yang disusun secara sistematis yang di dalamnya berisi video, animasi dan audio yang disusun secara runtut ke dalam beberapa kegiatan pembelajaran untuk menambah pengetahuan peserta didik dan membuat suasana pembelajar menjadi lebih interaktif (Yolanda & Basri., 2021). Selaras dengan itu menurut Bobihu et al.,(2025) menyatakan bahwa e-modul merupakan media ajar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran dengan memberikan tampilan berupa gambar dan video di dalamnya, sehingga memudahkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari karena di dalam e-modul terdapat petunjuk belajar dan uraian konsep secara rinci. E-modul adalah modul pembelajaran yang disampaikan dalam format elektronik, memungkinkan peserta didik dapat mengaksesnya melalui perangkat elektronik seperti komputer, tablet, atau ponsel pintar (Edejer, 2024). Berikut merupakan gambar beberapa tampilan e-modul yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1Tampilan Media E-Modul

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan gambar 2.1 media e-modul yang dibuat digunakan untuk membantu proses pembelajaran biologi tepatnya untuk materi virus. Pada e-modul ini terdapat fitur gambar, video, *quizzi* dan terdapat *barcode* yang dapat di scan untuk melihat gambaran 3D virus yang dapat memberikan kemudahan dalam memahami materi virus.

2.1.4.2 Kelebihan E-Modul

E-modul memiliki kelebihan menurut Lastri, (2023) kelebihan e-modul yaitu:

- 1) Bersifat interaktif dibandingkan buku cetak.

- 2) Membuat proses pembelajaran lebih beragam melalui penyajian digital yang menarik.
- 3) Fleksibilitas akses yang memungkinkan peserta didik belajar kapan saja dan di mana saja.
- 4) Dilengkapi dengan fitur pendukung seperti gambar, video, animasi, dan tautan interaktif yang memudahkan pemahaman materi.
- 5) Dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.
- 6) Dilengkapi dengan fitur evaluasi yang memungkinkan pendidik dan peserta didik mengidentifikasi bagian materi yang telah dikuasai atau belum.

2.1.4.3 Kekurangan E-Modul

Kekurangan E-Modul terletak pada ketersediaan perangkat untuk mengaksesnya, karena e-modul hanya bisa di akses menggunakan perangkat elektronik berupa komputer atau android. Jika perangkat tersebut tidak tersedia maka e-modul tidak dapat digunakan.

2.1.5 Deskripsi Materi Virus

2.1.5.1 Pengertian Virus

Virus adalah parasit intraseluler obligat, yang berarti bahwa mereka sepenuhnya bergantung pada lingkungan internal sel untuk menciptakan partikel virus menular baru, atau virion. Virus merupakan agen infeksi berukuran mikroskopis (20–300 nm) yang hanya mengandung satu jenis asam nukleat, DNA atau RNA, sebagai materi genetik (Sulupadang et al., 2024). Virus adalah partikel infeksius yang terdiri dari satu atau lebih molekul asam nukleat yang terbungkus dalam selubung protein dan untuk beberapa virus, dikelilingi oleh selubung membran. Dalam tubuh virus tidak ditemukan struktur atau alat metabolisme, sehingga proses metabolisme dan reproduksi tidak dapat dilakukan di luar tubuh sel inang (Campbell, Urry et al., 2021)

2.1.5.2 Sejarah Penemuan Virus

Virus pertama kali ditemukan oleh Adolf Mayer pada tahun 1883 saat meneliti penyakit mosaik tembakau yang menghambat pertumbuhan tanaman tembakau dan ditandai bercak kuning pada daunnya (Sulupadang et al., 2024). Meyer membuktikan bahwa penyakit tersebut dapat ditularkan melalui getah daun

terinfeksi, sehingga diduga disebabkan oleh mikroorganisme sangat kecil yang tidak tampak dengan mikroskop biasa (Campbell, Urry et al., 2021). Pada tahun 1892, Dmitri Ivanovsky menunjukkan bahwa agen infeksius pada getah tembakau masih dapat melewati saringan penyaring bakteri dan tetap menimbulkan penyakit pada tanaman sehat (Sulupadang et al., 2024). Penelitian Martinus Beijerinck pada 1897 menegaskan bahwa agen tersebut dapat bereplikasi dalam jaringan tanaman dan diberi istilah “virus lolos saring” karena sifatnya berbeda dari bakteri serta bergantung pada sel inang untuk berkembang biak (Campbell, Urry et al., 2021). Pencapaian penting terjadi pada 1935 ketika Wendell M. Stanley berhasil mengkristalkan *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), melalui penggunaan teknik kristalografi, Stanley berhasil mengisolasi dan mengkristalkan TMV. Hal ini memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang struktur virus dan membuka jalan bagi penelitian lebih lanjut tentang sifat dan perilaku virus (Sulupadang et al., 2024).

2.1.5.3 Ciri-Ciri Virus

Secara umum, virus menunjukkan ciri-ciri sebagai makhluk hidup apabila berada di dalam sel inang dan menunjukkan ciri bukan sebagai makhluk hidup apabila berada di luar sel. Adapun ciri-ciri umum dari virus sebagai berikut:

- 1) Virus bersifat aseluler, yang berarti mereka tidak memiliki struktur sel seperti organisme hidup lainnya misalnya bakteri atau fungi.
- 2) Virus tidak dapat bergerak, membelah diri, diendapkan dengan sentrifugasi biasa.
- 3) Virus memiliki ukuran yang bervariasi tergantung pada jenisnya, dengan diameter berkisar antara 16 nm (circovirus) hingga lebih dari 300 nm. Dengan kata lain, virus adalah partikel submikroskopis, yang berarti mereka terlalu kecil untuk dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya biasa, yang mana ukurannya jauh lebih kecil dari ukuran bakteri dan ukuran sel manusia. Sebagai perbandingan, 1 nanometer (nm) setara dengan 1 miliar bagian dari 1 meter (Sulupadang et al., 2024).

2.1.5.4 Klasifikasi Virus

Virus memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda satu sama lain. Morfologi virus sangat beragam dalam hal bentuk dan jenisnya. Menurut Priastomo et al., (2021) Virus diklasifikasikan menjadi empat jenis berdasarkan bentuknya:

1) *Filamentous* (Berserabut/Berserat)

Virus yang termasuk golongan berserabut biasanya menyerang tanaman seperti TMV (*Tobacco Mosaic Virus*).

2) *Icosahedral* (*Isometrik/Icosahedral*)

Isometrik virus adalah virus dengan bentuk bulat kasar, seperti polio, herpes, dan adenovirus.

3) *Enveloped* (Berselubung)

Virus berselubung adalah virus yang membungkus kapsid, seperti HIV, influenza, dan SARS-CoV-2.

4) *Head and Tail* (Berkepala Dan Berekor)

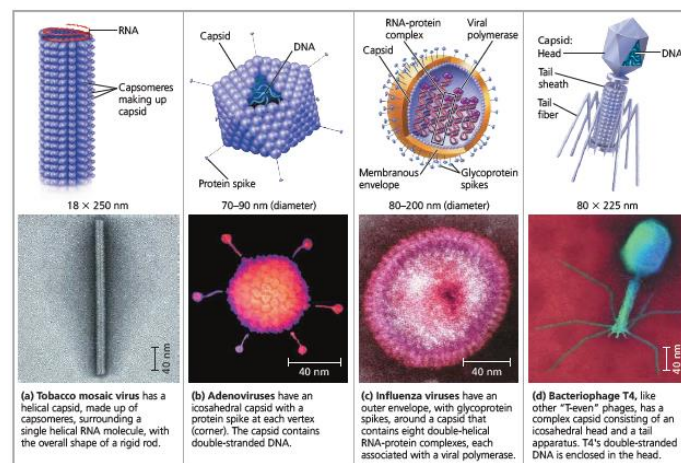
Golongan virus berkepala dan berekor, juga dikenal sebagai virus kepala dan ekor, memiliki bagian kepala yang mirip dengan ikosahedral dan bagian ekor yang mirip dengan virus berserabut. Bakteriofag adalah nama virus yang biasa menginfeksi bakteri.

2.1.5.5 Struktur Tubuh Virus

Virus merupakan organisme yang memiliki ukuran sangat kecil sehingga hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop elektron. Virus terkecil berukuran 20 nm-lebih kecil dari ribosom, sedangkan virus yang berukuran besar pun yang memiliki diameter 1.500 nanometer (1.5 μm) hampir tetap tidak dapat dilihat dengan mikroskop cahaya. Virus memiliki genom yang dapat berupa DNA beruntai ganda, DNA beruntai tunggal, RNA beruntai ganda, atau RNA beruntai tunggal, bergantung pada jenis virusnya. Berdasarkan jenis asam nukleat yang menyusun genom tersebut, virus diklasifikasikan sebagai virus DNA atau virus RNA. Virus terkecil diketahui hanya memiliki 3 gen dalam genomnya. Sedangkan virus terbesar diketahui memiliki beberapa ratus hingga 2000 gen. Genom virus dibungkus oleh selubung protein yang disebut kapsid, yang bentuknya dapat berupa batang, polihedral, atau struktur kompleks lain sesuai karakteristik virus. Kapsid

tersusun atas unit-unit protein yang disebut kapsomer. Pada beberapa jenis virus, terdapat pula amplop (*envelope*) sebagai struktur tambahan yang berperan dalam proses infeksi. Amplop ini berasal dari membran sel inang dan mengandung fosfolipid serta protein inang, tetapi juga diperkaya oleh protein dan glikoprotein milik virus, di mana *glikoprotein* merupakan protein yang terikat secara kovalen dengan molekul karbohidrat (Campbell, Urry et al., 2021).

Bentuk virus bervariasi dari segi bentuk, ukuran serta komposisi kimiawinya. Bentuk virus ada yang berbentuk bulat, oval (peluru), benang (filamen), persegi banyak (polihedral), batang dan ada yang berbentuk T. Untuk struktur virus akan disajikan dalam Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.2 Struktur Virus

Sumber: (Campbell, Urry et al., 2021)

2.1.5.6 Replikasi Virus

Virus merupakan parasit *intraseluler obligat*, yang berarti virus hanya dapat bereplikasi jika berada di dalam sel inang berupa makhluk hidup lain, yaitu tumbuhan, sel hewan dan sel manusia, bakteri. Virus tidak memiliki enzim metabolik, ribosom, ATP, maupun struktur seluler lain yang diperlukan untuk sintesis protein dan replikasi genom, sehingga virus tidak mampu melakukan replikasi secara mandiri. Infeksi virus dimulai ketika virus mengikat sel inang dan genom virus masuk ke dalamnya. Mekanisme masuknya gamon bergantung pada jenis virus dan jenis sel inang. Bakteriofag merupakan jenis virus yang mudah dipahami dibandingkan jenis virus lainnya, meskipun mempunyai struktur yang

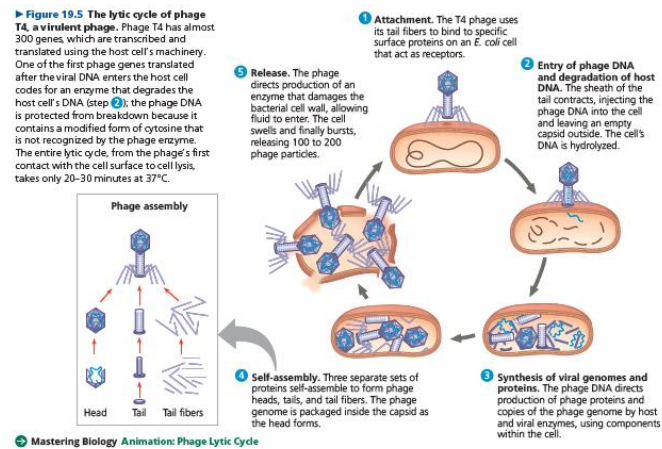
kompleks. Terdapat dua jenis proses replikasi yang terjadi pada virus adalah siklus litik dan siklus lisogenik.

1) Siklus litik

Siklus replikasi fag yang berakhir dengan kematian sel inang disebut siklus litik. Kata "litik" merujuk pada tahap akhir infeksi, di mana bakteri pecah (lisis) dan melepaskan fag yang telah diproduksi di dalam sel. Setiap fag yang dilepaskan dapat menginfeksi sel sehat lainnya, dan beberapa siklus litik berturut-turut dapat menghancurkan seluruh populasi bakteri hanya dalam beberapa jam. Fag yang bereproduksi hanya melalui siklus litik disebut fag virulen. Adapun tahapan siklus litik adalah seperti yang disajikan pada gambar 2.2.

- a) Adsorpsi (Pelekatan): Ekor virus menempel pada dinding sel bakteri yang memiliki protein reseptor tertentu. Virus melepaskan enzim lisozim untuk membuat lubang pada dinding sel.
- b) Penetrasi/Inject/Infection (Pengenal Asam Nukleat): DNA virus disuntikkan ke dalam sel bakteri melalui kontraksi ekor virus. Selubung protein virus tetap di luar dan akhirnya melepaskan diri.
- c) Sintesis (Pembentukan, Fase Eclipse, Replikasi): Enzim virus menghancurkan DNA bakteri, menghentikan sintesisnya. DNA virus mengambil alih, mereplikasi dirinya sendiri, dan mengontrol produksi DNA serta protein untuk kapsid virus.
- d) Perakitan: Komponen kapsid (kepala, ekor, serat) dirakit menjadi struktur lengkap dan kemudian diisi dengan DNA virus. Proses ini menghasilkan 100-200 virus baru.
- e) Lisis: Dinding sel bakteri yang melunak pecah, melepaskan virus-virus baru. Waktu dan jumlah virus bervariasi tergantung pada jenis virus, bakteri, dan lingkungan.

Adapun tahapan siklus litik seperti yang disajikan pada gambar 2.3 yang dapat dilihat dibawah ini.

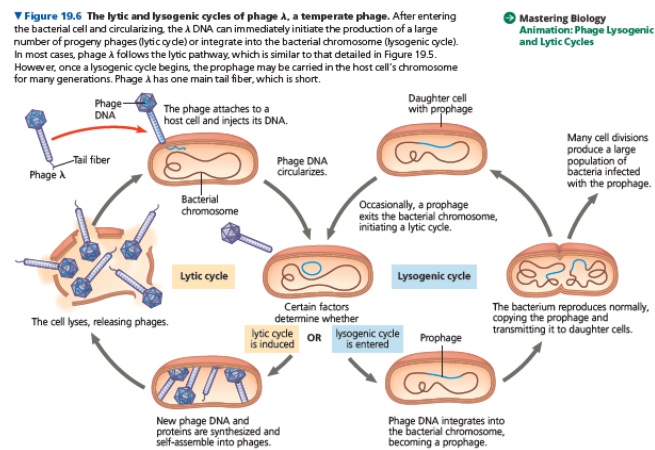


Gambar 2.3 Siklus litik

Sumber: (Campbell, Urry et al., 2021)

2) Siklus lisogenik

Alih-alih melisis sel inangnya, banyak fag hidup bersama sel inang dalam keadaan yang disebut lisogenik. Berbeda dengan siklus litik, yang membunuh sel inang, siklus lisogenik memungkinkan replikasi genom fag tanpa menghancurkan inang. Fag yang dapat menggunakan kedua strategi replikasi ini dalam bakteri disebut fag temperan. Adapun tahapan siklus lisogenik seperti yang disajikan pada gambar 2.4 yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.4 Siklus lisogenik

Sumber: (Campbell, Urry et al., 2021)

Perhatikan gambar 2.4 , berdasarkan gambar tersebut berikut ini merupakan tahapan pada siklus lisogenik:

- a) Adsorpsi (Penempelan): Virus menempel pada permukaan sel bakteri melalui reseptor tertentu, sama seperti pada siklus litik. Penempelan ini bersifat spesifik, artinya virus hanya dapat menempel pada bakteri yang sesuai.
- b) Injeksi: Setelah menempel, virus menyuntikkan DNA-nya ke dalam sel bakteri. DNA virus kemudian membentuk lingkaran di dalam sel bakteri, sementara selubung protein virus tetap berada di luar sel.
- c) Penggabungan (Integrasi): DNA virus bergabung dengan DNA bakteri. DNA virus menyisip di dalam kromosom bakteri dan menjadi satu kesatuan. Pada kondisi ini, DNA virus disebut profag.
- d) Replikasi: Profag bersifat tidak aktif dan tidak merusak sel bakteri. Ketika bakteri membelah diri, DNA bakteri akan menggandakan diri, dan profag juga ikut direplikasi. Akibatnya, sel-sel bakteri hasil pembelahan semuanya mengandung profag yang sama.
- e) Sintesis: Jika kondisi lingkungan tidak menguntungkan (misalnya karena radiasi atau bahan kimia tertentu), profag menjadi aktif. Profag keluar dari DNA bakteri dan mulai mengambil alih sel. DNA bakteri dihancurkan, kemudian DNA virus mengendalikan sel untuk mensintesis DNA virus dan protein virus (kapsid).
- f) Perakitan: Bagian-bagian virus yang telah disintesis dirakit menjadi virus yang utuh. DNA virus hasil replikasi dimasukkan ke dalam kapsid sehingga terbentuk virus-virus baru.
- g) Lisis: Sel bakteri pecah (lisis) dan virus-virus baru keluar dari sel untuk menginfeksi bakteri lain. Setelah tahap ini, virus dapat kembali menjalani siklus litik atau lisogenik.

Pada siklus lisogenik, virus tidak langsung menghancurkan sel bakteri. DNA virus terlebih dahulu bergabung dengan DNA bakteri dan ikut diwariskan ke sel anak. Namun, dalam kondisi tertentu, siklus lisogenik dapat berubah menjadi siklus litik (Campbell, Urry et al., 2021).

2.1.5.7 Peranan Virus Dalam Kehidupan

Pada umumnya virus bersifat merugikan baik bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya karena dapat menimbulkan berbagai macam penyakit. Namun, virus tidak hanya merugikan karena ada juga virus yang menguntungkan bagi kehidupan. Adapun peranan virus dalam kehidupan sebagai berikut:

a. Virus yang menguntungkan

Sebagian virus bersifat merugikan karena hidupnya sebagai parasit dalam sel inang. Namun beberapa jenis virus bisa dimanfaatkan guna meningkatkan kesejahteraan hidup manusia adapun beberapa manfaat virus bagi kehidupan manusia:

1) Terapi gen

Bakteriofag (fag), khususnya fag litik, berfungsi sebagai agen antibakteri yang menyerang dan melisis sel bakteri, menawarkan alternatif potensial terhadap antibiotik, terutama untuk bakteri yang resisten. Fag juga digunakan dalam terapi gen, seperti menyampaikan materi genetik untuk mengobati kanker dengan menargetkan sel tumor tanpa merusak sel sehat, serta gangguan genetik seperti fibrosis kistik. Vektor virus rekombinan, termasuk vaksin dan *retrovirus*, digunakan untuk imunisasi dan imunoterapi pasif, dengan bukti efektivitas dalam mengobati infeksi tertentu pada manusia dan hewan.

2) Vaksin

Vaksinasi adalah penerapan virus yang telah lama digunakan untuk pencegahan penyakit. Edward Jenner mengembangkan vaksin cacar dengan memanfaatkan cacar sapi untuk memberikan kekebalan terhadap cacar manusia. Dalam lima dekade terakhir, vaksin telah berhasil memberantas cacar dan mengendalikan penyakit seperti rabies, influenza, demam kuning, polio, campak, gondongan, rubella, serta kanker serviks yang disebabkan oleh human papillomavirus.

b. Virus yang merugikan

Beberapa virus yang merugikan bagi makhluk hidup terutama bagi manusia, tumbuhan serta hewan antara lain:

1) Penyakit manusia akibat virus

a) Polio

Polio merupakan penyakit yang disebabkan *Poliovirus* (PV) yang menyebabkan paralisis atau lumpuh. Virus memasuki aliran darah dan masuk ke sistem saraf pusat, menyebabkan kelelahan otot dan kelumpuhan. *Poliovirus* termasuk genus *Enterovirus*, famili *Picornavirus*, berbentuk ikosahedral tanpa kapsid dengan materi genetik berupa RNA *single strand*. Penyakit polio terdiri atas tiga jenis: polio non-paralisis, *spinal* dan *bulbar*.

b) SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*)

SARS adalah infeksi saluran pernapasan berat yang disebabkan *Coronavirus* (SARS-CoV). Virus corona merupakan kelompok terbesar *ordo Nidovirales*, famili *Coronaviridae*, sub famili *Coronavirinae*, genus *Betacoronavirus*, subgenus *Sarbecovirus*. Selain manusia, *Coronavirus* dapat menginfeksi binatang seperti anjing, babi, kucing, tikus, kelinci, sapi, dan ayam.

c) AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)

AIDS merupakan kumpulan gangguan kesehatan pada tubuh yang disebabkan melemahnya sistem kekebalan. Sistem kekebalan tubuh melemah akibat *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) yang menyerang sel darah putih. Penyebarannya dapat terjadi melalui hubungan seksual, transfusi darah, dan dari ibu yang menderita AIDS ke janin.

d) Gondong

Gondong merupakan penyakit menular yang bersifat akut disebabkan *Myxovirus parotitidis*, ditandai dengan pembesaran kelenjar ludah di bawah telinga. Menyerang anak-anak dan menyebabkan infeksi pernapasan akut. Gejala awal termasuk demam, sakit kepala, nyeri otot, kurang nafsu makan, dan nyeri rahang belakang saat mengunyah. Kemudian terjadi pembengkakan kelenjar di bawah telinga, yang biasanya menghilang setelah tiga hari. Kadang-kadang terjadi pembengkakan di bawah rahang, di bawah lidah, dan pada pria, pembengkakan di testis (Sulupadang et al., 2024).

2) Penyakit hewan akibat virus

a) Penyakit Kuku dan Mulut (PMK)

Penyakit kuku dan mulut (PMK) merupakan penyakit akut dan mudah menular. Disebabkan virus *Picornaviridae* tetapi bukan merupakan penyakit zoonosis. Mengakibatkan hipersalivasi pada hewan ternak, erosi di mulut, nostril, puting, lidah, gusi, kulit sekitar kuku, dan lepuhan. Hal ini mengurangi produktivitas hewan ternak, mulai dari penurunan bobot, produksi susu, keguguran, dan kematian.

b) Rabies

Rabies adalah penyakit akut yang disebabkan oleh virus neurotropik dari ssRNA virus yang menyerang manusia dan hewan berdarah panas. Bersifat zoonosis, artinya dapat menular ke manusia melalui gigitan dan cakaran. Hewan yang terinfeksi rabies menunjukkan perilaku yang lebih agresif, yang dapat membunuh manusia dan hewan lain. Hewan memiliki gejala seperti tidak mengenali tuannya, lebih suka bersembunyi di tempat gelap, kelumpuhan tubuh, ketidakmampuan mengunyah makanan, kejang, tidak ingin menyerang atau menggigit, dan akhirnya dapat mati.

c) *Newcastle Disease* (ND)

ND atau tetelo disebabkan virus ssRNA golongan Paramyxovirus yang berbentuk bola dengan diameter 100 hingga 300 nanometer. Merusak saluran pernapasan, struktur jaringan saraf, dan alat reproduksi betina unggas, dan dapat menyebar ke unggas lain. Infeksi sangat cepat menyebar, dan sangat berbahaya. Gejala yang timbul ayam menjadi lemah, kehilangan nafsu makan, feses putih yang terlihat seperti kapur dan padat, yang kemudian berubah menjadi hijau dan encer, dan hilang keseimbangan (Sulupadang et al., 2024).

3) Penyakit tumbuhan akibat virus

Penyakit mosaik, yakni jenis penyakit yang menyerang tanaman tembakau, penyebabnya adalah *Tobacco mozaic virus* (TMV) Penyakit tungro, yakni sejenis penyakit yang menyerang tanaman padi, penyebabnya adalah virus Tungro. Penyakit degenerasi pembuluh tapis pada jeruk, penyebabnya adalah virus citrus vein phloem degeneration (CVPD).

Virus tumbuhan pada umumnya masuk ke dalam virus melalui luka, Jadi tidak menerobos secara aktif. Sebagai tanda penyerangan ialah adanya tanda

bercak-bercak nekrotik disekitar luka primer. Dalam alam virus tumbuhan disebarkan dengan vektor hewan serangga atau dengan cara lain. Misalnya, tanaman *cuscuta* dengan haustoria nya juga memindahkan virus melalui sistem jaringan angkutannya (buluh-buluh pengangkutan).

Banyak jenis virus yang memperbanyak diri terlebih dahulu di dalam *traktus digestivus* hewan-hewan vektornya. Setelah masa inkubasi tertentu dapat menyebabkan infeksi pada tumbuh-tumbuhan lagi. Virus semacam itu dikenal sebagai virus yang persisten Virus yang non-persisten dapat segera ditularkan dengan gigitan(sengatan) serangga (hewan) (Suprobawati & Kurniati, 2018).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdjul., (2022) dapat disimpulkan penggunaan model pembelajaran *discovery learning* secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar pada peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Buntulia. Hal ini terlihat dari peningkatan hasil belajar peserta didik pada setiap siklusnya, dimana pada siklus I nilai rata-rata peserta didik hanya 79, dan meningkat pada siklus II menjadi 83.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Amazida et al., (2021) menunjukan bawa penerapan model pembelajaran *discovery learning* berpengaruh terhadap literasi sains dan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran konvensional di kelas XI SMA 2 Peusangan. Hal ini ditunjukan dari nilai Posttest pada kelas eksperimen memperoleh hasil dengan nilai rata-rata 87,05 sedangkan untuk kelas kontrol diperoleh nilai rata-rata yaitu 73,53.

Selanjutnya berkaitan dengan e-modul dalam penelitian yang dilakukan oleh Bobihu et al., (2025) hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis *discovery learning* dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik kelompok kecil pada materi sistem peredaran darah manusia dalam pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Telaga.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Saputra & Octavia., (2024) disimpulkan bahwa e-modul dapat meningkatkan literasi sains peserta didik kelas X dari SMA Negeri 1 Pengasih. Hal ini ditunjukan dengan kesesuaian e-modul, dengan ahli media memberikan penilaian 98,37% dan ahli materi sebesar 99%.

Evaluasi praktikalitas oleh guru biologi menghasilkan skor 95,32%, sedangkan respons peserta didik mencapai 96,96%. Uji N-gain menunjukkan peningkatan yang signifikan, dan uji One-Way MANOVA menunjukkan signifikansi statistik ($p < 0,05$). E-modul ini telah menunjukkan kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan literasi sains dan kemandirian belajar terkait materi virus.

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian-penelitian yang relevan, penelitian Abdjul (2022) serta Amazida et al. (2021) hanya memfokuskan pada penerapan model pembelajaran *discovery learning* tanpa dukungan e-modul sebagai bahan ajar digital, sehingga kajiannya lebih menekankan pada pengaruh model pembelajaran terhadap hasil belajar atau literasi sains secara terpisah. Sementara itu, penelitian Bobihu et al. (2025) dan Saputra & Octavia (2024) lebih menitikberatkan pada pengembangan, kelayakan, dan efektivitas e-modul berbasis *discovery learning*, R&D dengan fokus peningkatan pada satu aspek hasil belajar tertentu. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian yang akan dilakukan secara komprehensif mengkaji pengaruh model *discovery learning* berbantuan e-modul terhadap dua variabel terikat secara simultan, yaitu literasi sains dan hasil belajar kognitif peserta didik, dengan fokus khusus pada materi virus, sehingga penelitian ini memberikan kontribusi baru melalui integrasi model pembelajaran dan media digital dalam satu desain pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi peserta didik secara menyeluruh.

2.3 Kerangka Konseptual

Literasi sains dan hasil belajar kognitif adalah dua indikator penting dalam menilai keberhasilan pembelajaran biologi, terutama di abad ke-21. Literasi sains mencerminkan kemampuan peserta didik untuk memahami konsep ilmiah, menginterpretasikan data dan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah berbasis bukti. Hasil belajar kognitif menunjukkan tingkat penguasaan peserta didik terhadap materi pembelajaran, mulai dari kemampuan mengingat, memahami, menerapkan, hingga menganalisis konsep ilmiah.

Namun, berbagai hasil penelitian, data PISA (*Programme for International Student Assessment*) dan studi pendahuluan menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada pada kategori rendah, termasuk

pada materi virus yang bersifat abstrak dan kompleks. Peserta didik cenderung menghafal informasi tanpa memahami proses dan hubungan antar konsep, sehingga penguasaan literasi sains dan kemampuan kognitif belum optimal, terutama dalam aspek memahami, menerapkan, hingga menganalisis informasi ilmiah.

Rendahnya literasi sains dan hasil belajar kognitif disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya disebabkan oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru dan kurangnya melibatkan peserta didik dalam kegiatan eksplorasi dan penyelidikan ilmiah. Oleh karena itu diperlukan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara aktif, terlibat langsung dalam proses ilmiah dan membangun pemahamannya secara mandiri.

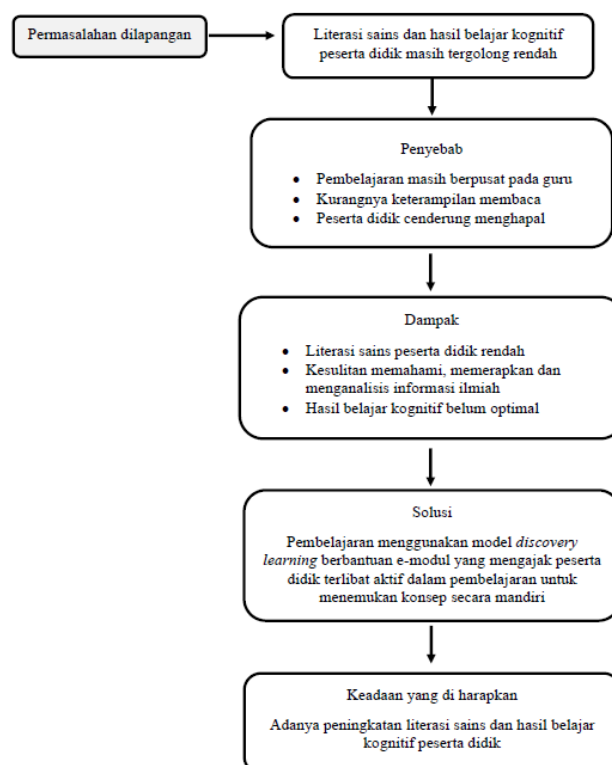
Model *discovery learning* merupakan salah satu pendekatan yang berlandaskan konstruktivisme, menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam menemukan konsep melalui kegiatan penyelidikan, pengamatan, pengumpulan data, analisis dan penarikan kesimpulan. Melalui sintaks pembelajaran yang meliputi stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi, *discovery learning* memberi ruang bagi peserta didik untuk membangun pengetahuan secara mandiri. Proses ini mendorong berkembangnya kemampuan mengidentifikasi argumen ilmiah, menafsirkan data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang merupakan inti dari literasi sains.

Selain model pembelajaran media yang digunakan juga memiliki peran penting dalam mendukung proses pembelajaran aktif. E-modul menjadi salah satu media yang efektif karena menyediakan materi, visualisasi, ilustrasi, video, dan aktivitas belajar yang dapat dipelajari secara mandiri. Penggunaan e-modul dapat meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta kemandirian peserta didik, sekaligus membantu mereka memahami konsep abstrak seperti virus melalui tampilan visual. Penggabungan antara model *discovery learning* dan e-modul diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Peserta didik terdorong untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan menyimpulkan konsep berdasarkan bukti, didukung oleh media digital yang memperkuat pemahaman konseptual. Model *discovery learning* berbantuan e-modul diharapkan dapat meningkatkan literasi

sains peserta didik, terutama dalam kemampuan memahami metode penyelidikan ilmiah dan menafsirkan data. Selain itu, pemahaman yang lebih mendalam melalui proses penemuan juga berdampak pada meningkatnya hasil belajar kognitif, khususnya pada aspek mengingat, memahami, menerapkan, dan menganalisis materi virus secara tepat.

Berdasarkan uraian tersebut, model pembelajaran *discovery learning* berbantuan e-modul diduga memiliki pengaruh positif terhadap literasi sains dan hasil belajar kognitif peserta didik. Melalui kegiatan penemuan yang dibantu media digital yang komprehensif, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman konsep secara lebih mendalam tetapi juga mampu mengembangkan kemampuan ilmiah dalam menilai informasi, membaca data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti.

Adapun kerangka konseptual yang dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Kerangka Konseptual
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.4 Hipotesis Penelitian

Agar penelitian dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka dirumuskan hipotesis atau jawaban sementara sebagai berikut:

- H_{a1} : Terdapat pengaruh penerapan model *discovery learning* berbantuan e-modul terhadap literasi sains peserta didik pada materi virus.
- H_{a2} : Terdapat pengaruh penerapan model *discovery learning* berbantuan e-modul terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi virus.