

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

Kajian teori digunakan peneliti sebagai landasan teoritik yang menjadi bahasan penunjang analisis masalah yang diteliti.

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah segala bentuk alat bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar untuk membantu menyampaikan pesan atau informasi dari pendidik kepada peserta didik. Media ini dapat berupa visual, audio, audiovisual, hingga multimedia interaktif yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran (Arsyad, 2021). Menurut Sari dan Pramudita (2022), media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai perantara informasi, tetapi juga sebagai stimulus yang dapat memicu keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir. Hal ini sejalan dengan pendapat Rahmawati *et al.* (2023) yang menekankan bahwa pemanfaatan media yang tepat mampu membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui visualisasi yang representatif dan kontekstual.

Penggunaan media pembelajaran yang tepat juga memiliki dampak positif terhadap motivasi belajar peserta didik. Dalam penelitian oleh Saputri *et al.* (2025), peserta didik menunjukkan peningkatan motivasi belajar secara signifikan ketika media pembelajaran yang digunakan bersifat konkret dan interaktif, sesuai dengan semangat Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran bermakna dan partisipatif. Penelitian lain oleh Kurniawan dan Lestari (2023) menunjukkan bahwa media visual interaktif dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, sehingga peserta didik lebih termotivasi untuk aktif dalam proses pembelajaran. Hal ini diperkuat oleh hasil studi dari Nugroho dan Wahyuni (2024) yang menemukan bahwa keterlibatan emosional dan kognitif Peserta didik meningkat ketika media pembelajaran dirancang secara menarik dan kontekstual.

Efektivitas media pembelajaran visual juga ditunjukkan dalam penelitian Anam *et al.* (2023) yang menemukan bahwa media visual dapat

meningkatkan hasil belajar secara signifikan pada materi teknologi informasi. Sementara itu, Akso (2024) dalam pengembangan media berbasis video animasi di mata pelajaran IPS menemukan bahwa media tersebut sangat valid dan efektif meningkatkan pemahaman Peserta didik. Dalam konteks peningkatan literasi digital, Prasetyo dan Patmisari (2024) menyatakan bahwa pengenalan media pembelajaran berbasis teknologi sangat penting untuk mendorong peserta didik agar siap menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. Media pembelajaran bukan hanya sebagai alat bantu, tetapi sebagai sarana representasi pengetahuan yang adaptif terhadap perubahan zaman.

Menurut Yulianti *et al.* (2023), media visual yang menampilkan proses biologis secara rinci dapat membantu peserta didik memahami peristiwa yang tidak bisa dilihat secara langsung, seperti replikasi virus. Sementara itu, Arifin *et al.* (2021) menekankan bahwa media berbasis teknologi interaktif, seperti simulasi dan animasi, dapat meningkatkan keterlibatan Peserta didik dan memperdalam pemahaman konsep.

Pertiwi dan Andriani (2022) menyatakan bahwa pemanfaatan media pembelajaran interaktif berbasis representasi submikroskopik memungkinkan visualisasi proses mikroskopik yang sulit diamati, seperti penetrasi dan replikasi virus di dalam sel. Dengan demikian, media pembelajaran yang baik tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga membangun pemahaman konseptual Peserta didik melalui pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna (Lestari *et al.*, 2022; Kurniawan & Rahmawati, 2020).

Dengan demikian, media pembelajaran memiliki peran strategis dalam mendukung proses belajar mengajar yang bermakna. Dalam penelitian ini, media pembelajaran yang dikembangkan dirancang untuk menyajikan materi virus secara lebih konkret melalui *multiple* representasi, termasuk level submikroskopik yang selama ini sulit dijelaskan secara visual kepada peserta didik.

b. Media Pembelajaran *Genially*

Genially merupakan salah satu platform digital interaktif yang digunakan dalam dunia pendidikan untuk mendesain media pembelajaran yang kreatif,

komunikatif, dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Media ini memungkinkan integrasi berbagai bentuk representasi seperti teks, gambar, animasi, video, audio, hingga kuis interaktif ke dalam satu tampilan pembelajaran yang bersifat nonlinear dan navigatif (Fitriani & Handayani, 2023; Ramadhani & Dewi, 2022). Selain fleksibel dan mudah digunakan, *Genially* juga mendukung penciptaan konten edukatif yang mendorong partisipasi aktif Peserta didik melalui fitur responsif dan elemen visual dinamis (Fadhilah *et al.*, 2023).

Dalam konteks pembelajaran biologi, *Genially* memberikan ruang untuk mengembangkan materi kompleks seperti virus dalam bentuk representasi submikroskopik yang dapat dianimasikan dan dijelajahi oleh peserta didik. Visualisasi interaktif ini mampu membantu peserta didik memahami struktur dan fungsi bagian-bagian virus yang tidak dapat diamati secara langsung melalui indra (Wulandari & Astuti, 2024; Prasetyo & Nugroho, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa media berbasis visual dan interaktif meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menghubungkan level makroskopik, mikroskopik, dan submikroskopik yang menjadi dasar dalam memahami konsep virus secara utuh (Sari & Widodo, 2021).

Wulandari dan Astuti (2024) menjelaskan bahwa penggunaan *Genially* mampu meningkatkan pemahaman konsep biologi, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan tidak dapat diamati langsung. Selain itu, peserta didik menunjukkan keterlibatan aktif dan motivasi belajar yang lebih tinggi karena media ini menghadirkan pengalaman belajar visual yang eksploratif dan personal (Fitriana & Lestari, 2023). Keterlibatan emosional peserta didik juga lebih tinggi ketika mereka dapat berinteraksi langsung dengan objek atau proses dalam pembelajaran, seperti klik bagian virus atau mengikuti alur replikasi interaktif (Susanti & Rahayu, 2021).

Genially juga mendukung prinsip pembelajaran berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka, di mana peserta didik dapat belajar sesuai gaya belajar masing-masing visual, verbal, maupun kinestetik dalam satu platform yang kaya interaksi. Fitur-fitur seperti hyperlink, animasi, infografik interaktif, dan simulasi dalam *Genially* memungkinkan Peserta didik mengeksplorasi materi

dengan cara yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka (Fitriani & Handayani, 2023). Selain itu, menurut Ningsih dan Wahyuni (2022), media interaktif seperti *Genially* mampu mengakomodasi prinsip *Universal Design for Learning* (UDL) dengan menyediakan akses yang fleksibel terhadap konten pembelajaran melalui berbagai mode representasi, sehingga sangat relevan diterapkan dalam pembelajaran berdiferensiasi. Dengan demikian, *Genially* menjadi media yang sangat potensial untuk mengakomodasi pendekatan *multiple* representasi, khususnya dalam materi biologi yang kompleks seperti struktur dan replikasi virus.

2. Multiple Representasi

a. Multiple Representasi dalam Pembelajaran

Multiple representasi dalam pembelajaran merujuk pada penggunaan berbagai bentuk penyajian informasi baik secara verbal, visual, simbolik, maupun kinestetik untuk membantu peserta didik membangun pemahaman konsep secara utuh (Ainsworth, 2006). Dalam pembelajaran sains, khususnya biologi, penggunaan representasi ganda membantu peserta didik melihat keterkaitan antara level makroskopik (apa yang bisa diamati langsung), mikroskopik (struktur kecil seperti sel atau virus), dan simbolik (persamaan atau diagram) (Treagust *et al.*, 2020; Uminski *et al.*, 2024). Pendekatan ini dinilai efektif karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membandingkan dan menghubungkan informasi dari berbagai bentuk representasi, sehingga memperkuat pemahaman konseptual dan memfasilitasi proses berpikir ilmiah yang lebih mendalam (Susanti & Wibowo, 2023).

Menurut Hahn dan Klein (2023), penggunaan *multiple* representasi dalam pembelajaran fisika, seperti kombinasi simulasi dan aktivitas sketsa, dapat meningkatkan pemahaman Peserta didik terhadap konsep medan vektor. Mereka menemukan bahwa representasi yang saling melengkapi memungkinkan peserta didik untuk membangun pemahaman yang lebih dalam dan mengurangi beban kognitif selama proses pembelajaran. Hal ini sejalan dengan temuan Uminski *et al.* (2024), yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu memahami konsep biologis kompleks termasuk proses submikroskopik dengan lebih baik saat disajikan dalam bentuk animasi, teks,

dan ilustrasi interaktif. Selain itu, penelitian oleh Prasetyo dan Nugroho (2022) juga mengungkapkan bahwa penggunaan representasi visual dan simbolik secara bersamaan dapat memperkuat daya ingat peserta didik serta mempermudah mereka dalam mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

Dalam konteks pendidikan biologi, Uminski *et al.* (2024) menekankan pentingnya literasi visual dalam memahami struktur submikroskopik seperti kromosom. Mereka mengungkap bahwa kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan berbagai representasi visual sangat krusial untuk menghindari miskonsepsi dan memperkuat pemahaman konseptual. Lebih lanjut, Zuhri *et al.* (2023) melalui tinjauan literatur sistematisnya mengidentifikasi bahwa pendekatan *multiple* representasi dalam pembelajaran sains di sekolah dasar dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, dan pemecahan masalah Peserta didik. Mereka menyoroti bahwa penggunaan berbagai bentuk representasi, seperti tabel, diagram, dan animasi, membantu peserta didik dalam merefleksikan dan menginterpretasikan konsep-konsep sains secara lebih efektif.

Lichtenberger *et al.* (2023) meneliti efektivitas strategi concreteness fading dibandingkan dengan penyajian simultan dalam penggunaan *multiple* representasi pada pembelajaran fisika. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa pendekatan yang dimulai dari representasi konkret menuju abstrak dapat lebih efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep yang kompleks. Pendekatan ini memberikan waktu bagi peserta didik untuk membangun pemahaman awal dari representasi yang familiar, sebelum berpindah ke bentuk yang lebih simbolik dan konseptual (Lestari & Rachman, 2022). Selain itu, penelitian oleh Putri dan Mahardika (2022) menunjukkan bahwa penggunaan *multiple* representasi yang disusun secara bertahap dari visual konkret ke simbolik dapat mengurangi beban kognitif dan meningkatkan retensi jangka panjang terhadap materi pelajaran.

Pembelajaran biologi memiliki banyak konsep yang bersifat abstrak dan terjadi pada tingkat submikroskopik, seperti mekanisme kerja enzim atau replikasi DNA. Penggunaan *multiple* representasi memungkinkan peserta

didik untuk memvisualisasikan proses-proses tersebut melalui berbagai bentuk, seperti animasi, diagram, dan model 3D, sehingga memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam (Gunawan *et al.*, 2022; Widiyanti & Supriyono, 2023). Namun, efektivitas *multiple* representasi sangat bergantung pada desain instruksional yang tepat dan kesesuaian representasi dengan tingkat kognitif peserta didik (Rachmawati & Andriani, 2021). Hansen dan Richland (2021) menekankan bahwa keyakinan guru dan peserta didik tentang cara terbaik memanfaatkan representasi tersebut memainkan peran penting dalam keberhasilan pembelajaran. Oleh karena itu, pelatihan bagi pendidik dalam mengintegrasikan *multiple* representasi secara efektif menjadi sangat penting, agar media dan pendekatan yang digunakan dapat benar-benar meningkatkan kualitas proses belajar.

Dengan demikian, penerapan *multiple* representasi dalam pembelajaran sains, khususnya biologi, menawarkan potensi besar dalam meningkatkan pemahaman Peserta didik terhadap konsep-konsep kompleks. Pengembangan media pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai bentuk representasi, seperti teks, gambar, dan animasi, diharapkan dapat membantu Peserta didik dalam membangun pemahaman yang lebih komprehensif dan mengurangi miskonsepsi.

b. *Multipel* Representasi Submikroskopik

Representasi submikroskopik merupakan salah satu jenis representasi dalam pembelajaran sains yang menggambarkan fenomena atau struktur pada tingkat partikel yang tidak dapat diamati langsung dengan indera, seperti molekul, virus, atau reaksi kimia pada tingkat atomik. Representasi ini sangat penting dalam pembelajaran biologi, khususnya dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak seperti struktur virus, proses infeksi, dan replikasi (Treagust *et al.*, 2020). Menurut Uminski *et al.* (2024), visualisasi submikroskopik membantu peserta didik memahami interaksi kompleks antar molekul dalam konteks biologis, yang sulit dicapai hanya melalui teks atau gambar statis. Selain itu, Lestari dan Pranata (2023) menunjukkan bahwa penggunaan representasi submikroskopik dalam bentuk animasi atau simulasi dapat meningkatkan retensi konsep dan mempermudah peserta didik dalam

membentuk pemahaman mental terhadap objek-objek abstrak di tingkat mikroskopik.

Uminski *et al.* (2024) berpendapat, peserta didik sering kali mengalami kesulitan dalam memahami representasi submikroskopik karena keterbatasan dalam literasi visual dan karena perbedaan antara visualisasi representatif (yang menyerupai objek nyata) dan simbolik (yang hanya menjelaskan makna secara konseptual). Oleh karena itu, guru perlu menyajikan representasi submikroskopik dengan pendekatan yang jelas, bertahap, dan kontekstual agar dapat diakses oleh semua peserta didik. Hahn dan Klein (2023) menambahkan bahwa penggunaan simulasi interaktif dan animasi berbasis komputer dalam menyampaikan konsep submikroskopik dapat membantu peserta didik dalam membangun pemahaman yang lebih dalam terhadap struktur dan fungsi entitas biologis kecil seperti virus. Representasi ini memungkinkan visualisasi yang dinamis, memperlihatkan bagaimana suatu partikel bergerak, berikatan, atau berubah selama suatu proses biologis.

Dalam pembelajaran biologi pada jenjang SMA, representasi submikroskopik sangat relevan saat membahas topik seperti virus, yang struktur dan mekanismenya sulit dipahami jika hanya dijelaskan secara tekstual atau makroskopik. Zuhri *et al.* (2023) menyatakan bahwa representasi submikroskopik harus didukung dengan narasi visual yang jelas agar peserta didik dapat mengaitkan konsep-konsep pada berbagai level representasi seperti makroskopik (gejala atau hasil yang terlihat), mikroskopik/submikroskopik (struktur molekul), dan simbolik (reaksi atau proses dalam bentuk simbol). Hal ini sejalan dengan pendapat Sari dan Widodo (2021) yang menunjukkan bahwa kemampuan *peserta didik* dalam memahami konsep virus meningkat secara signifikan ketika pembelajaran disertai dengan animasi submikroskopik yang interaktif. Selain itu, menurut Rahman dan Oktaviani (2022), penyajian materi melalui representasi visual tingkat partikel mempermudah *peserta didik* dalam membentuk gambaran mental yang akurat terhadap struktur virus dan mekanisme infeksinya.

Lichtenberger *et al.* (2023) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ketika peserta didik diberikan representasi visual submikroskopik secara

bertahap dari konkret ke abstrak (*concreteness fading*), mereka menunjukkan pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan peserta didik yang hanya diberikan satu bentuk representasi saja. Hal ini menunjukkan pentingnya transisi yang dirancang dengan baik dari representasi visual realistis ke skematis. Prasetyo dan Mahendra (2022) juga menekankan bahwa perancangan media pembelajaran berbasis representasi bertahap mempermudah peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan ilmiah secara progresif, terutama dalam topik-topik biologi yang kompleks seperti virologi. Dalam konteks pengembangan media pembelajaran, integrasi representasi submikroskopik sangat strategis dalam membantu peserta didik membayangkan struktur virus yang ukurannya jauh di bawah mikroskop biasa. Media animasi, simulasi 3D, atau video interaktif berpotensi menjadi jembatan bagi peserta didik dalam membangun gambaran mental tentang bentuk dan cara kerja virus secara ilmiah (Nugroho & Lestari, 2023).

Dengan demikian, representasi submikroskopik membantu meningkatkan media pembelajaran dan metode. Penelitian ini akan memanfaatkan potensi representasi ini dalam meningkatkan penguasaan konsep pembelajaran biologi khususnya pada materi virus dan memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna.

3. Penguasaan Konsep

a. Pengertian penguasaan konsep

Penguasaan konsep merupakan kemampuan peserta didik untuk memahami, menjelaskan, menghubungkan, dan menerapkan suatu konsep secara benar dalam berbagai situasi kontekstual. Menurut Suparno (2018), penguasaan konsep tidak hanya sekadar hafalan definisi, melainkan pemahaman mendalam terhadap struktur konsep serta relasinya dengan konsep lain. Purwanto *et al.* (2020) menekankan bahwa penguasaan konsep merupakan fondasi penting dalam pembelajaran sains karena berfungsi sebagai jembatan bagi peserta didik dalam membangun penalaran ilmiah. Hal ini diperkuat oleh Wulandari dan Ramdhani (2022) yang menyatakan bahwa penguasaan konsep sangat menentukan kualitas berpikir peserta didik, terutama dalam menganalisis fenomena dan memecahkan masalah. Selain itu,

Hasanah dan Wijayanti (2019) menambahkan bahwa peserta didik dengan penguasaan konsep yang baik cenderung lebih kritis dan reflektif terhadap informasi yang diterima.

Ciri-ciri peserta didik yang telah menguasai suatu konsep antara lain mampu menjelaskan dengan kata-kata sendiri, memberikan contoh dan non-contoh, menghubungkan antar konsep, serta menerapkannya dalam konteks baru (Rohman *et al.*, 2018). Dalam kerangka taksonomi *Bloom* revisi oleh Anderson dan Krathwohl, indikator penguasaan konsep dapat dikategorikan dalam domain kognitif mulai dari Pada level mengingat (C1), peserta didik mampu mengenali dan mengingat kembali informasi dasar, seperti istilah, fakta, atau prosedur ilmiah. Memahami (C2) berarti peserta didik mampu menjelaskan kembali materi dengan bahasa sendiri, menggambarkan hubungan antar konsep, serta menyusun informasi dalam bentuk peta konsep. Menerapkan (C3) mencerminkan kemampuan peserta didik menggunakan pengetahuan dalam situasi atau konteks baru. Sementara itu, menganalisis (C4) mengacu pada kemampuan menguraikan struktur konsep dan mengidentifikasi hubungan antar bagian. Pada level mengevaluasi (C5), peserta didik mampu menilai, mempertimbangkan, atau membuat keputusan berdasarkan kriteria logis dan ilmiah. Sedangkan level tertinggi, yaitu mencipta (C6), menunjukkan kemampuan peserta didik untuk menyusun, merancang, atau menciptakan solusi/produk baru berdasarkan integrasi konsep yang telah dipahami. (Anderson & Krathwohl, 2001; Damayanti & Kurniasih, 2021). Yuliana dan Mahfud (2023) menyatakan bahwa penguasaan konsep yang baik tidak hanya berada pada level pemahaman, tetapi juga terlihat dari kemampuan peserta didik dalam menyusun argumen, menyelesaikan masalah, serta menghasilkan solusi berdasarkan pengetahuan ilmiah yang dimiliki. Ningsih & Fadli (2020) menambahkan bahwa instrumen penilaian berbasis level kognitif Anderson sangat tepat digunakan untuk mengukur kedalaman penguasaan konsep peserta didik secara holistik.

Kerangka taksonomi *Bloom* revisi oleh Anderson dan Krathwohl (2001), indikator penguasaan konsep dikategorikan dalam enam level kognitif yang saling berjenjang. Pertama, pada level C1 (mengingat), peserta didik

diharapkan mampu mengenali dan mengingat kembali informasi dasar seperti istilah atau struktur biologi (Rohman *et al.*, 2018; Hartati & Syafrina, 2019). Kedua, C2 (memahami) menekankan pada kemampuan menjelaskan konsep dengan kata sendiri dan menginterpretasi makna dari berbagai representasi (Yuliana & Mahfud, 2023; Arumsari & Wijayanti, 2021). Ketiga, pada C3 (menerapkan), peserta didik mulai menggunakan konsep dalam konteks baru atau menyelesaikan masalah sederhana, seperti menyelesaikan kasus biologi dasar (Damayanti & Kurniasih, 2021; Handayani & Saputra, 2022). Keempat, level C4 (menganalisis) melibatkan kemampuan menguraikan konsep menjadi bagian-bagian, membandingkan proses, atau mengenali pola hubungan antar struktur biologis (Nugroho & Sudrajat, 2021; Rahmawati & Lestari, 2023). Selanjutnya, C5 (mengevaluasi) menuntut peserta didik untuk menilai konsep, mempertimbangkan argumen, atau membuat keputusan berdasarkan kriteria ilmiah yang jelas (Fitriani & Ramadhani, 2020; Anisa & Kurniawan, 2023). Terakhir, C6 (mencipta) merupakan kemampuan tertinggi, di mana peserta didik dapat menyusun, merancang, atau menciptakan produk atau ide baru berdasarkan konsep-konsep yang telah dipahami secara mendalam (Nurhidayah & Prasetya, 2023; Lestari & Maulida, 2021). Keenam indikator ini menjadi acuan penting dalam merancang pembelajaran sains yang tidak hanya berorientasi pada pengetahuan dasar, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi ilmiah peserta didik.

Penguasaan konsep dalam konteks pembelajaran biologi menjadi sangat penting karena mayoritas materi bersifat abstrak dan memerlukan pemahaman pada level mikroskopik hingga submikroskopik. Menurut Fadhilah dan Hidayat (2019), konsep-konsep seperti replikasi DNA, kerja enzim, dan struktur virus tidak akan dapat dipahami dengan baik tanpa penguasaan konseptual yang kuat. Sari *et al.* (2022) menjelaskan bahwa peserta didik yang memahami konsep biologi secara menyeluruh cenderung memiliki kemampuan ilmiah yang lebih baik dalam menjelaskan fenomena alam. Selain itu, penguasaan konsep berperan besar dalam meningkatkan literasi sains peserta didik, sebagaimana dinyatakan oleh Nugroho dan

Sudrajat (2021), yang menemukan hubungan kuat antara pemahaman konsep biologi dan kemampuan berpikir kritis. Rachmawati & Zainudin (2020) juga menyebutkan bahwa peserta didik yang memiliki penguasaan konsep mampu merespon pertanyaan analitis dan sintetis secara lebih akurat.

Penguasaan konsep dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain strategi pembelajaran, latar belakang kognitif peserta didik, media yang digunakan, serta keterampilan berpikir kritis (Wijayanti & Rahayu, 2019). Hamid dan Fitri (2021) menyatakan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis konstruktivisme dapat meningkatkan penguasaan konsep karena mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun makna. Sementara itu, Wahyuni dan Hartono (2022) menekankan pentingnya keterpaduan antara pendekatan pembelajaran dan media visual seperti animasi atau simulasi dalam membentuk representasi mental yang kuat. Asmani *et al.* (2023) juga menyoroti bahwa lingkungan belajar yang suportif dan penggunaan strategi pemetaan konsep sangat membantu peserta didik dalam mengorganisasi pengetahuan mereka secara sistematis.

Penguasaan konsep akan semakin optimal ketika peserta didik difasilitasi dengan penyajian materi melalui multiple representasi, seperti representasi visual, verbal, simbolik, dan submikroskopik (Putri & Mahardika, 2022). Penggunaan representasi ganda memberikan banyak jalur bagi peserta didik dalam memproses informasi, sehingga memperbesar peluang tercapainya pemahaman konseptual yang mendalam (Lestari & Rachman, 2021). Penelitian oleh Susanti dan Widodo (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis representasi visual-submikroskopik meningkatkan pemahaman peserta didik dalam materi yang sulit, seperti virologi dan metabolisme sel. Di sisi lain, Nurhidayah dan Prasetya (2023) menemukan bahwa kombinasi media interaktif dan representasi yang beragam mampu menurunkan miskonsepsi yang kerap terjadi pada konsep-konsep abstrak.

b. Penguasaan Konsep dalam Biologi

Kurikulum Merdeka dan buku teks Biologi untuk SMA/MA kelas X menjelaskan virus sebagai entitas biologis yang hanya dapat bereplikasi dalam sel inang. Virus tersusun atas materi genetik (DNA atau RNA) yang

dibungkus oleh kapsid protein, dan dalam beberapa jenis virus, terdapat selubung lipid tambahan yang membantu dalam proses infeksi. Penguasaan konsep peserta didik tentang struktur dan fungsi virus memerlukan integrasi dari berbagai level representasi, yaitu makroskopik (gejala infeksi), mikroskopik (struktur sel inang dan perubahan akibat infeksi), dan submikroskopik (bentuk, ukuran, serta interaksi partikel virus dengan materi genetik sel inang) (Gunawan *et al.*, 2022; Lestari & Pranata, 2023). Menurut Sari dan Widodo (2021), pendekatan visual dan interaktif sangat dibutuhkan dalam pembelajaran virologi karena banyak aspek virus yang tidak kasat mata dan kompleks untuk dipahami melalui teks semata. Tanpa dukungan representasi yang lengkap dan terstruktur, peserta didik cenderung hanya menghafal informasi tanpa membangun pemahaman konseptual yang utuh (Nugroho & Wahyuni, 2020).

Menurut Hahn dan Klein (2023) serta Uminski *et al.* (2024), konsep seperti struktur virus dan mekanisme replikasi sering kali bersifat sangat abstrak dan sulit dipahami melalui penjelasan verbal atau gambar statis. Media berbasis visual seperti animasi 3D, simulasi interaktif, atau teknologi augmented reality dapat menjadi solusi untuk menjembatani kesenjangan pemahaman ini. Zuhri *et al.* (2023) juga menekankan bahwa representasi submikroskopik sangat penting untuk menghindari miskonsepsi Peserta didik, khususnya dalam memahami proses kompleks seperti siklus litik dan lisogenik. Representasi yang tidak hanya visual, tetapi juga interaktif, mampu membangun model mental Peserta didik secara lebih tepat dan bermakna.

Lichtenberger *et al.* (2023) menyoroti efektivitas pendekatan *concreteness fading* dalam visualisasi struktur virus—dimulai dari visual yang konkret ke bentuk yang lebih abstrak. Pendekatan ini dapat meningkatkan pemahaman konsep partikel biologis seperti virus dengan lebih efektif dibanding penyampaian representasi statis.

Penelitian oleh Hidayati *et al.* (2020) mengembangkan Lembar Kerja Peserta didik (LKPD) berbasis keterampilan berpikir kritis untuk materi virus, dan terbukti efektif meningkatkan pemahaman Peserta didik. Sementara itu, Gunadi *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pembelajaran konsep virus akan

lebih efektif jika dilakukan dengan pendekatan representatif dan model visual yang beragam. Selanjutnya, Sari *et al.* (2022) mengembangkan modul elektronik interaktif berbasis HTML5 pada materi virus yang terbukti praktis, menarik, dan meningkatkan pemahaman Peserta didik. Penelitian ini memperlihatkan bagaimana media pembelajaran yang mendukung *multiple* representasi dapat diakses secara mandiri oleh Peserta didik dan berdampak pada keterlibatan belajar mereka. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis representasi submikroskopik dalam topik virus menjadi penting dan relevan untuk mendukung pembelajaran abad ke-21 yang menuntut pemahaman konsep yang lebih visual, interaktif, dan bermakna.

4. Pengantar Virus

Materi virus merupakan bagian dari pembelajaran Biologi yang diajarkan pada kelas X SMA. Materi ini mencakup pengertian virus, struktur tubuh virus, replikasi virus (litik dan lisogenik), serta peran dan dampaknya terhadap makhluk hidup. Materi ini sering dianggap sulit oleh Peserta didik karena virus tidak dapat diamati secara langsung dan prosesnya bersifat mikroskopik. Menurut Permendikbud No. 37 Tahun 2018 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar SMA/MA, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan struktur dan fungsi virus, serta mendeskripsikan mekanisme replikasinya.

a. Pengertian Virus

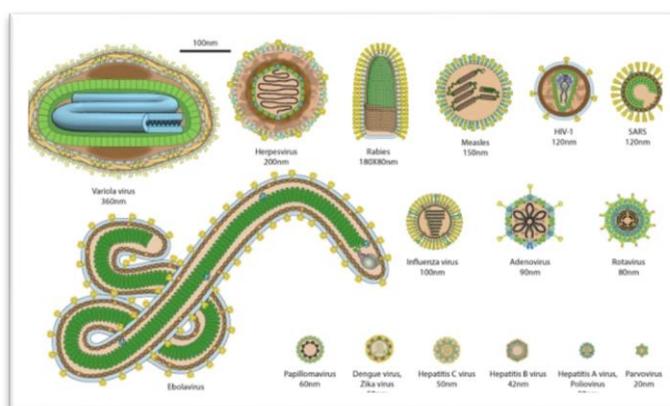
Virus adalah organisme mikroskopis yang sangat unik karena tidak memiliki struktur sel dan tidak bisa hidup mandiri. Tubuh virus hanya terdiri dari materi genetik (DNA atau RNA) yang dibungkus oleh lapisan protein yang disebut kapsid (Gunadi *et al.*, 2021). Virus tidak memiliki membran sel, sitoplasma, atau organel, sehingga tidak bisa melakukan metabolisme sendiri. Karena tidak mampu hidup atau berkembang biak di luar sel, virus harus menginfeksi sel makhluk hidup (yang disebut sel inang) untuk bisa memperbanyak diri. Di dalam sel inang, virus akan "membajak" sistem sel dan memaksanya untuk memproduksi virus-virus baru (Uminski *et al.*, 2024).

Virus dapat menyerang berbagai jenis organisme, termasuk bakteri, tumbuhan, hewan, dan manusia. Proses infeksi virus sering kali mengganggu fungsi normal sel, merusak jaringan, dan menyebabkan berbagai jenis penyakit, mulai dari flu biasa, HIV/AIDS, hingga virus yang lebih mematikan seperti Ebola (Lestari *et al.*, 2022). Menurut Yulianti *et al.* (2023), dalam konteks pendidikan, penting untuk menekankan bahwa virus bukanlah makhluk hidup dalam arti penuh, tetapi juga tidak bisa dianggap sepenuhnya mati. Virus berada dalam posisi peralihan bisa aktif dalam sel, namun tidak menunjukkan tanda-tanda kehidupan saat berada di luar sel.

Arifin & Nurcahyono (2020) menyebutkan bahwa virus hanya dapat diklasifikasikan sebagai “hidup” saat berada di dalam sel inang, dan di luar itu, mereka hanya berupa partikel biologis. Sementara itu, menurut Tsui & Treagust (2013), pemahaman tentang virus akan lebih kuat jika disertai visualisasi yang mampu memperlihatkan struktur virus dan interaksinya dengan sel inang, mengingat sifatnya yang tidak kasatmata dan kompleks di tingkat submikroskopik.

b. Ciri-Ciri Virus

Virus merupakan agen biologis yang sangat kecil dan sederhana, namun memiliki dampak besar terhadap kehidupan.



Gambar 2.1 Bentuk virus

Sumber: <https://wiki.anton-paar.com/>

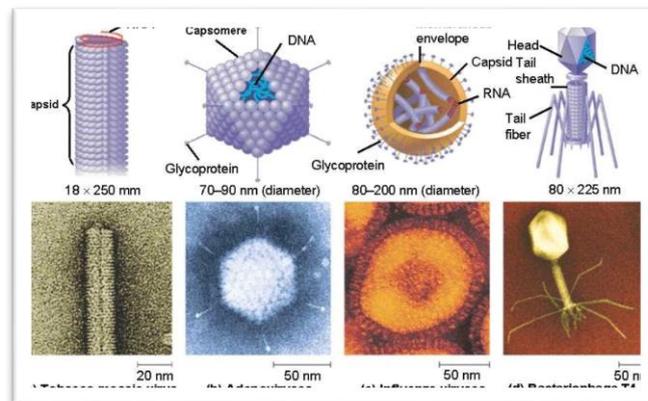
Ukurannya yang hanya berkisar antara 0,02–0,3 mikrometer menjadikannya tidak dapat diamati menggunakan mikroskop cahaya, sehingga pengamatan terhadap virus memerlukan bantuan mikroskop

elektron (Lestari *et al.*, 2022). Karena ukurannya yang mikroskopik, virus menjadi salah satu materi dalam Biologi yang sulit dipahami tanpa bantuan visualisasi yang mendalam.

Secara struktural, tubuh virus hanya tersusun atas materi genetik berupa DNA atau RNA yang dibungkus oleh kapsid, yaitu selubung protein pelindung. Virus tidak memiliki organel seperti inti sel, membran plasma, ataupun sitoplasma, sehingga tidak dapat menjalankan fungsi kehidupan secara mandiri (Pertiwi & Andriani, 2022). Hal ini memperkuat pandangan bahwa virus tidak termasuk dalam kelompok makhluk hidup sejati.

Struktur virus yang seluler juga tidak mampu melakukan metabolisme dan hanya bisa aktif ketika berada di dalam sel inang. Arifin dan Nurcahyono (2020) menjelaskan bahwa ketiadaan membran dan organel menyebabkan virus bergantung sepenuhnya pada sistem metabolisme sel makhluk hidup yang mereka infeksi. Oleh sebab itu, virus disebut sebagai parasit intraseluler obligat hanya bisa memperbanyak diri di dalam sel hidup (Gunadi *et al.*, 2021).

Beberapa karakteristik unik lainnya dari virus antara lain adalah kemampuannya untuk tetap stabil pada pH 5,0 hingga 9,0, yang merupakan kisaran pH netral tempat banyak organisme hidup berkembang (Widodo *et al.*, 2021). Selain itu, virus juga dapat mengalami kristalisasi di luar sel inang, suatu kondisi yang membuatnya menyerupai partikel tidak hidup. Namun ketika berada kembali dalam sel, virus bisa kembali aktif dan bereplikasi (Lichtenberger *et al.*, 2023). Dalam hal morfologi, virus memiliki beragam bentuk seperti batang, bulat, peluru, filamen, polihedral, dan bentuk khas seperti huruf T pada bakteriofag. Bentuk ini berkaitan erat dengan cara virus mengenali dan menempel pada sel inang yang spesifik (Lichtenberger *et al.*, 2023).



Gambar 2.2 Bentuk virus

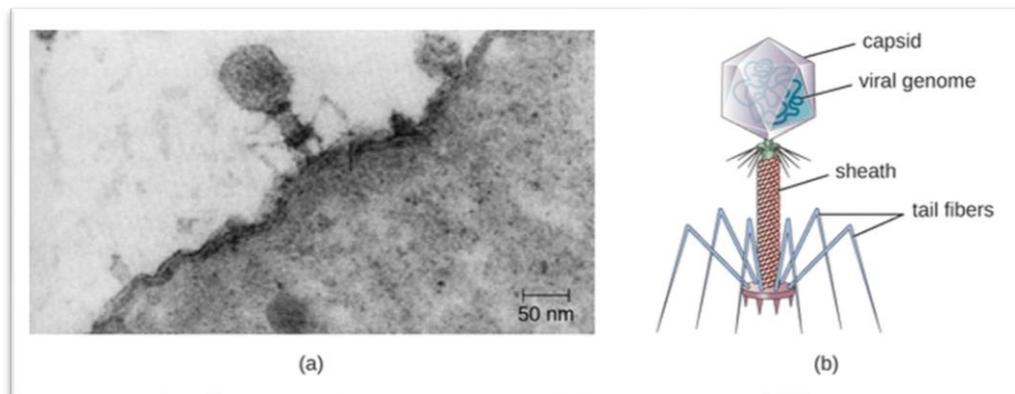
Sumber: <https://spada.uns.ac.id/>

Terakhir, virus juga tidak dapat dihancurkan dengan antibiotik karena tidak memiliki target metabolik yang bisa diserang. Meski demikian, sinar ultraviolet dan sinar-X diketahui mampu merusak materi genetik virus, sehingga efektif untuk inaktivasi virus dalam beberapa kondisi (Fatmawati *et al.*, 2022).

c. Struktur Virus

Virus memiliki struktur tubuh yang sangat sederhana bila dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya. Karena tidak memiliki membran sel, sitoplasma, inti sel, maupun organel-organel, virus tidak bisa melakukan fungsi kehidupan seperti bernapas, bergerak, atau berkembang biak sendiri. Oleh sebab itu, virus disebut sebagai avirusuler, yaitu bukan berbentuk sel (non-seluler) (Arifin & Nurcahyono, 2020).

Struktur dasar virus secara umum terdiri atas materi genetik (berupa DNA atau RNA) yang dibungkus oleh kapsid (selubung protein). Seluruh partikel virus yang utuh dan siap menginfeksi disebut dengan istilah virion. Meskipun ada banyak jenis virus dengan bentuk dan struktur berbeda-beda, salah satu model virus yang sering digunakan untuk mempelajari struktur virus adalah bakteriofag yaitu virus yang menginfeksi bakteri dan memiliki bentuk khas menyerupai huruf T (Lestari *et al.*, 2022).



Gambar 2.3 Mikroskopik bakteriofage dan Struktur bakteriofage

Sumber: <https://www.detik.com/edu>

a) Kepala

Bagian kepala berbentuk polihedral, berisi asam nukleat (DNA) yang dilindungi oleh kapsid. Kapsid ini melindungi materi genetik agar tetap stabil di luar sel inang dan membantu proses infeksi.

a) Leher

Leher adalah bagian kecil yang menghubungkan kepala dengan ekor. Selain sebagai penghubung, leher juga menjadi saluran keluarnya materi genetik dari kepala virus menuju sel inang.

b) Ekor

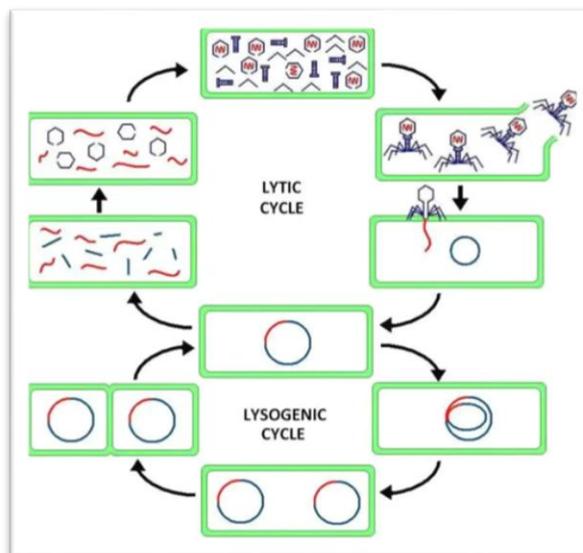
Ekor berfungsi untuk melekatkan diri ke permukaan sel inang dan membantu proses injeksi DNA. Ekor terdiri dari:

1. Serabut ekor berfungsi untuk menempelkan virus ke reseptor khusus di permukaan sel bakteri.
2. Lempeng dasar dan jarum penusuk berfungsi untuk menembus dinding sel dan menyuntikkan materi genetik ke dalam bakteri.

Struktur virus seperti bakteriofag sangat penting dalam pemahaman mekanisme infeksi, karena setiap bagian tubuh virus memiliki peran spesifik dalam proses penempelan, penetrasi, dan replikasi (Gunadi *et al.* 2021).

d. Siklus Hidup Virus

Virus merupakan agen infeksius yang tidak dapat bereproduksi secara mandiri, sehingga memerlukan sel inang untuk berkembang biak. Dalam proses reproduksinya, virus mengalami dua macam siklus, yaitu siklus litik dan siklus lisogenik (Zhang *et al.*, 2022).



Gambar 2.4 Diagram alir siklus Litik dan Lisogenik

Sumber: <https://biologynotesonline.com/>

Siklus litik, virus akan menginfeksi sel inang dan segera mengambil alih sistem metabolisme sel untuk mereplikasi materi genetik dan menyintesis protein-protein penyusun tubuh virus. Setelah virus baru terbentuk, sel inang akan mengalami lisis atau pecah, dan virus-virus baru dilepaskan untuk menginfeksi sel lainnya. Tahapan dalam siklus ini meliputi adsorpsi, penetrasi, replikasi, perakitan, dan lisis (Shang *et al.*, 2025). Virus yang mengikuti siklus litik ini dikenal sebagai virus virulen karena menyebabkan kematian sel inang dalam waktu singkat.

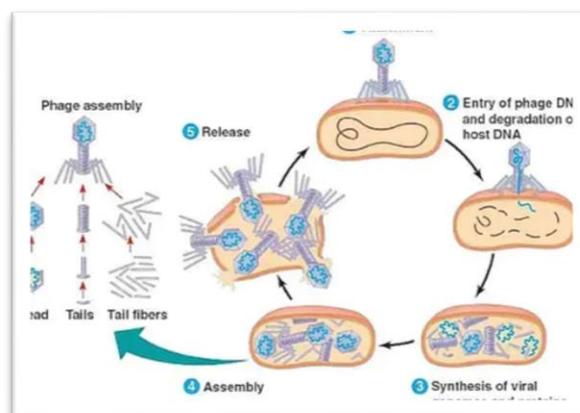
Siklus lisogenik terjadi ketika materi genetik virus menyatu dengan DNA sel inang dan membentuk profag. Dalam kondisi ini, virus tidak segera menyebabkan kerusakan pada sel inang, tetapi tetap bereplikasi bersama dengan DNA inang saat pembelahan sel berlangsung. Proses ini dapat berlangsung lama, hingga terdapat pemicu tertentu yang menyebabkan profag

memasuki kembali siklus litik (Brady *et al.*, 2021). Virus dalam tahap lisogenik disebut sebagai virus temperata.

Transisi antara dua siklus ini tidak terjadi secara acak, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan regulasi genetik baik dari virus maupun sel inangnya (Chen *et al.*, 2019). Salah satu mekanisme yang berperan penting dalam pengambilan keputusan antara lisis dan lisogeni adalah sistem quorum sensing yang memungkinkan virus “mendeteksi” kondisi populasi sel inang (Shang *et al.*, 2025).

1. Siklus Litik

Siklus litik merupakan salah satu mekanisme reproduksi virus yang menyebabkan lisis atau pecahnya sel inang setelah proses replikasi virus selesai. Virus yang mengikuti siklus ini disebut virus virulen karena langsung menghancurkan sel inangnya. Proses dalam siklus ini terdiri dari lima tahapan utama: adsorpsi, penetrasi, sintesis dan replikasi, pematangan (perakitan), serta lisis (BiologyInsights, 2025; Science Facts, 2023).



Gambar 2.5 Diagram alir siklus litik

Sumber: <https://biologynotesonline.com/>

a) Adsorpsi

Tahap pertama adalah adsorpsi, yaitu ketika virus menempel pada permukaan sel inang melalui interaksi antara protein serabut ekor virus dengan reseptor spesifik pada membran sel inang. Reseptor ini dapat berupa protein, oligosakarida, atau struktur lain yang khas untuk setiap jenis virus.

Sebagai contoh, virus HIV hanya bisa berikatan dengan reseptor CD4 pada sel T sistem imun, sedangkan virus rabies hanya dapat berikatan dengan reseptor asetilkolin pada sel saraf (BiologyInsights, 2025).

b) Penetrasi

Setelah menempel, virus akan menyuntikkan materi genetiknya ke dalam sel inang. Pada bakteriofag, hal ini dilakukan dengan kontraksi selubung ekor yang berfungsi seperti jarum suntik untuk menembus dinding sel. Kapsid virus tetap berada di luar, sedangkan DNA atau RNA-nya masuk ke dalam sitoplasma sel inang (OpenStax, 2023).

c) Sintesis dan Replikasi

Materi genetik virus akan mengambil alih kendali metabolisme sel inang. Aktivitas sel inang dihentikan, lalu diarahkan untuk membuat komponen-komponen virus seperti asam nukleat dan protein struktural yang menyusun tubuh virus. Tahap ini mencakup sintesis asam nukleat dan protein virus (OpenStax, 2023).

d) Pematangan (Perakitan)

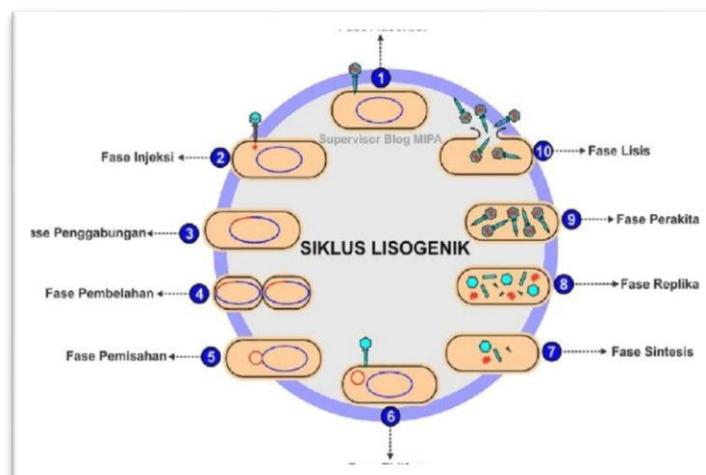
Komponen-komponen virus yang telah disintesis akan dirakit menjadi partikel virus yang lengkap atau disebut virion. Setiap virion memiliki kapsid dan materi genetik lengkap yang siap menginfeksi sel lain (BiologyInsights, 2025).

e) Lisis

Pada tahap akhir, sel inang mengalami lisis atau pecah karena aktivitas enzim lisozim yang dihasilkan virus. Akibatnya, virion-virion baru dilepaskan ke lingkungan dan dapat menginfeksi sel inang lainnya (Science Facts, 2023).

2. Siklus Lisogenik

Siklus lisogenik merupakan salah satu mekanisme reproduksi virus, khususnya pada bakteriofag, di mana materi genetik virus tidak langsung menghancurkan sel inang, melainkan berintegrasi ke dalam genom sel inang dan bereplikasi bersama-sama tanpa menyebabkan lisis. Virus yang dapat menjalani siklus ini disebut virus temperata, seperti bakteriofag λ (lambda) pada *Escherichia coli* (BiologyInsights, 2023).



Gambar 2.6 Diagram alir siklus lisogenik

Sumber: <https://id.theasianparent.com/replikasi-virus>

DNA virus yang telah masuk ke dalam sel inang akan bergabung dengan DNA bakteri membentuk struktur yang disebut profag. Profag ini bersifat dorman dan akan direplikasi bersama dengan DNA bakteri saat sel inang membelah diri, sehingga diwariskan kepada sel-sel anak (Science Facts, 2023). Namun, profag dapat diaktifkan kembali oleh stimulus tertentu, seperti paparan sinar ultraviolet atau stres lingkungan, yang memicu transisi ke siklus litik (BiologyInsights, 2023). Tahapan-tahapan dalam siklus lisogenik meliputi:

a) Adsorpsi

Virus menempel pada permukaan sel inang melalui interaksi antara protein pada serabut ekor virus dengan reseptor spesifik pada membran sel inang. Proses ini menentukan spesifisitas inang yang dapat diinfeksi oleh virus (BiologyInsights, 2023).

b) Penetrasi

Setelah menempel, virus menginjeksikan materi genetiknya ke dalam sel inang melalui kontraksi selubung ekor yang berfungsi seperti jarum suntik. Kapsid virus tetap berada di luar sel, sementara DNA atau RNA-nya masuk ke dalam sitoplasma sel inang (OpenStax, 2023).

c) Integrasi

Materi genetik virus yang telah masuk ke dalam sel inang akan berintegrasi ke dalam genom bakteri melalui enzim integrase, membentuk profag. Profag ini bersifat dorman dan tidak aktif secara transkripsi, sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada sel inang (BiologyInsights, 2023).

d) Replikasi

Saat sel inang membelah diri, profag juga direplikasi bersama dengan DNA bakteri, sehingga diwariskan kepada sel-sel anak. Sel inang tetap hidup dan berfungsi normal, sementara materi genetik virus tetap tersembunyi dalam genomnya (Science Facts, 2023).

e) Induksi

Dalam kondisi tertentu, seperti stres lingkungan atau kerusakan DNA, profag dapat diaktifkan kembali dan memulai transisi ke siklus litik. Proses ini melibatkan eksisi DNA virus dari genom bakteri dan dimulainya sintesis komponen virus baru, yang akhirnya menyebabkan lisis sel inang (BiologyInsights, 2023).

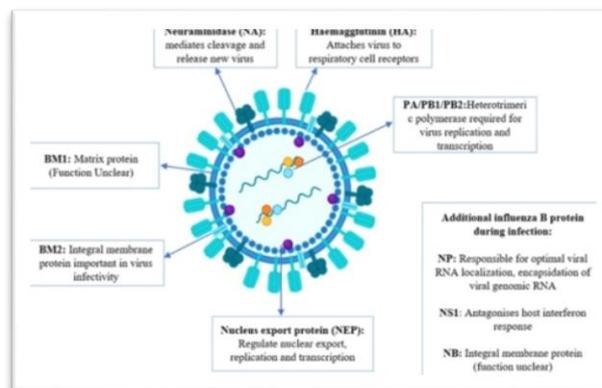
e. Dampak Virus terhadap Kehidupan

Virus merupakan agen infeksius mikroskopis yang tidak memiliki kemampuan untuk bereproduksi sendiri, sehingga bergantung pada sel inang untuk berkembang biak. Keberadaan virus di alam sangat beragam, dan dampaknya pun sangat luas terhadap berbagai aspek kehidupan. Tidak hanya menyebabkan penyakit pada manusia, virus juga menyerang hewan dan tumbuhan, sehingga berpotensi mengganggu kesehatan, ketahanan pangan, hingga stabilitas ekonomi dan sosial (Widyastuti, 2020).

1. Dampak pada Manusia

Salah satu dampak yang paling nyata dari infeksi virus adalah gangguan kesehatan pada manusia. Beberapa virus dapat menyebabkan penyakit ringan, namun sebagian lainnya dapat menimbulkan komplikasi serius bahkan kematian. Berikut adalah beberapa contoh virus yang memiliki dampak besar dalam kehidupan sehari-hari.

a) Influenza



Gambar 2.7 Overview of influenza B genome

Sumber: *A comprehensive review of influenza B virus, its biological and clinical aspects*

Virus influenza menyerang sistem pernapasan dan menyebabkan gejala seperti demam, batuk, dan nyeri otot. Pada kasus yang parah, virus ini dapat menyebabkan pneumonia hingga kematian, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Setiap tahun, virus influenza menyebabkan sekitar 290.000 hingga 650.000 kematian di seluruh dunia (WHO, 2023).

b) COVID-19 (Coronavirus Disease 2019)

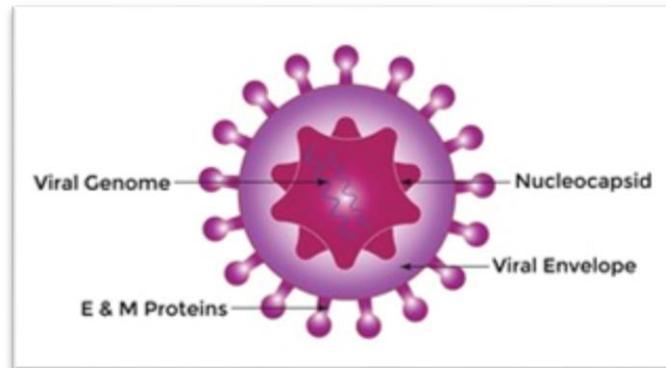


Gambar 2.8 Mikroskopik *Coronavirus*

Sumber: <https://medscape.com/>

Pandemi COVID-19 yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2 merupakan contoh nyata betapa besar dampak virus terhadap kesehatan global. Infeksi ini tidak hanya menimbulkan gejala pernapasan, tetapi juga komplikasi seperti gangguan jantung dan ginjal. Selain itu, pandemi ini menyebabkan tekanan besar pada sistem kesehatan dan psikologis masyarakat (Universitas Airlangga, 2020).

c) Demam Berdarah Dengue (DBD)



Gambar 2.9 Virus dengue
Sumber: <https://shutterstock.com/>

Virus dengue ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan menjadi masalah kesehatan utama di daerah tropis. Gejalanya mencakup demam tinggi, nyeri otot, dan pada kasus berat dapat menyebabkan perdarahan internal. WHO (2023) mencatat bahwa setengah populasi dunia berisiko terkena infeksi dengue dengan 100–400 juta infeksi setiap tahunnya.

d) Dampak pada Hewan



Gambar 2.10 Infografis rabies
Sumber: <https://kenakmedika.com/>

Virus juga memiliki dampak besar pada dunia hewan. Beberapa virus menyerang hewan peliharaan maupun hewan ternak, sehingga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar. Contohnya adalah virus rabies pada anjing dan kucing yang dapat menular ke manusia, serta virus flu burung (avian influenza) yang menyerang unggas dan mengakibatkan kematian massal (Waktubaca.com, 2025).

2. Dampak pada Tumbuhan



Gambar 2.11 Virus mosaik pada cabe

Sumber: <https://alfalfa-mosaic-virus/>

Di bidang pertanian, virus tumbuhan dapat mengurangi hasil panen dan kualitas produk. Virus tungro pada padi, misalnya, menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan produksi gabah menurun drastis. Virus mosaik pada cabai juga menyebabkan daun mengeriting dan buah mengalami deformasi, yang menurunkan nilai jualnya (Artnesia, 2024; Tambahpinter.com, 2024).

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah kajian atau studi yang relevan dengan topik penelitian penulis, beberapa penelitian telah dilakukan dalam konteks penggunaan *multiple* representasi untuk meningkatkan penguasaan konsep Biologi, antara lain:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Fatmawati <i>et al.</i> /2022	Pembelajaran berbasis multiple representasi pada sistem pencernaan	SMPN 3 Sidoarjo	Kuantitatif – pretest-posttest	menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis representasi multipel efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep Peserta didik pada materi sistem pencernaan.	Penggunaan multiple representasi	Media pembelajaran yang digunakan
2	Yuliarti <i>et al.</i> /2023	Pengembangan media visual submikroskopik untuk materi virus	SMAN 1 Sleman	Penelitian pengembangan (R&D)	mengembangkan media visual submikroskopik untuk materi virus dan menemukan peningkatan signifikan pada retensi konsep Peserta didik.	Penggunaan multiple representasi submikroskopik dan materi belajar virus	Keterampilan peserta didik yang diteliti
3	Uminski <i>et al.</i>	Model Pembelajaran Submikroskopik untuk proses molekuler	St. Mary's high school, Polandia	Mixed method – desain model dan uji efektivitas	mengembangkan model pembelajaran berbasis submikroskopik	Penggunaan multiple representasi submikrosko	Media pembelajaran yang digunakan

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
					dalam konteks proses molekuler dan menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual dan keterampilan ilmiah Peserta didik.	pik dalam meningkatkan penguasaan konsep peserta didik	
4	Lestari <i>et al.</i> /2022	Penggunaan aplikasi replikasi virus	SMAN 78 Jakarta	Kuantitatif-Kuasi eksperimen	menemukan bahwa penggunaan animasi replikasi virus membantu mengurangi miskonsepsi Peserta didik secara signifikan.	Penggunaan video animasi pada topik virus	Keterampilan peserta didik yang diteliti
5	Kurniawan dan Rahmawati/2020	Media simulasi 3D dalam pembelajaran Biologi	SMAN 5 Bandung	Kuantitatif deskriptif	meneliti penggunaan media simulasi 3D dan menyimpulkan bahwa media tersebut meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar Peserta didik.	Penggunaan media interaktif	Keterampilan peserta didik yang diteliti
6	Arifin <i>et</i>	Multiple representasi	SMAN 1	Kuantitatif-	menyatakan bahwa	Penggunaan	Keterampilan

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	al./2021	dalam pembelajaran Biologi	Padang	eksperimen	pendekatan <i>multiple</i> representasi dalam pembelajaran Biologi memberikan fleksibilitas belajar dan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi Peserta didik.	multiple representasi	peserta didik yang diteliti

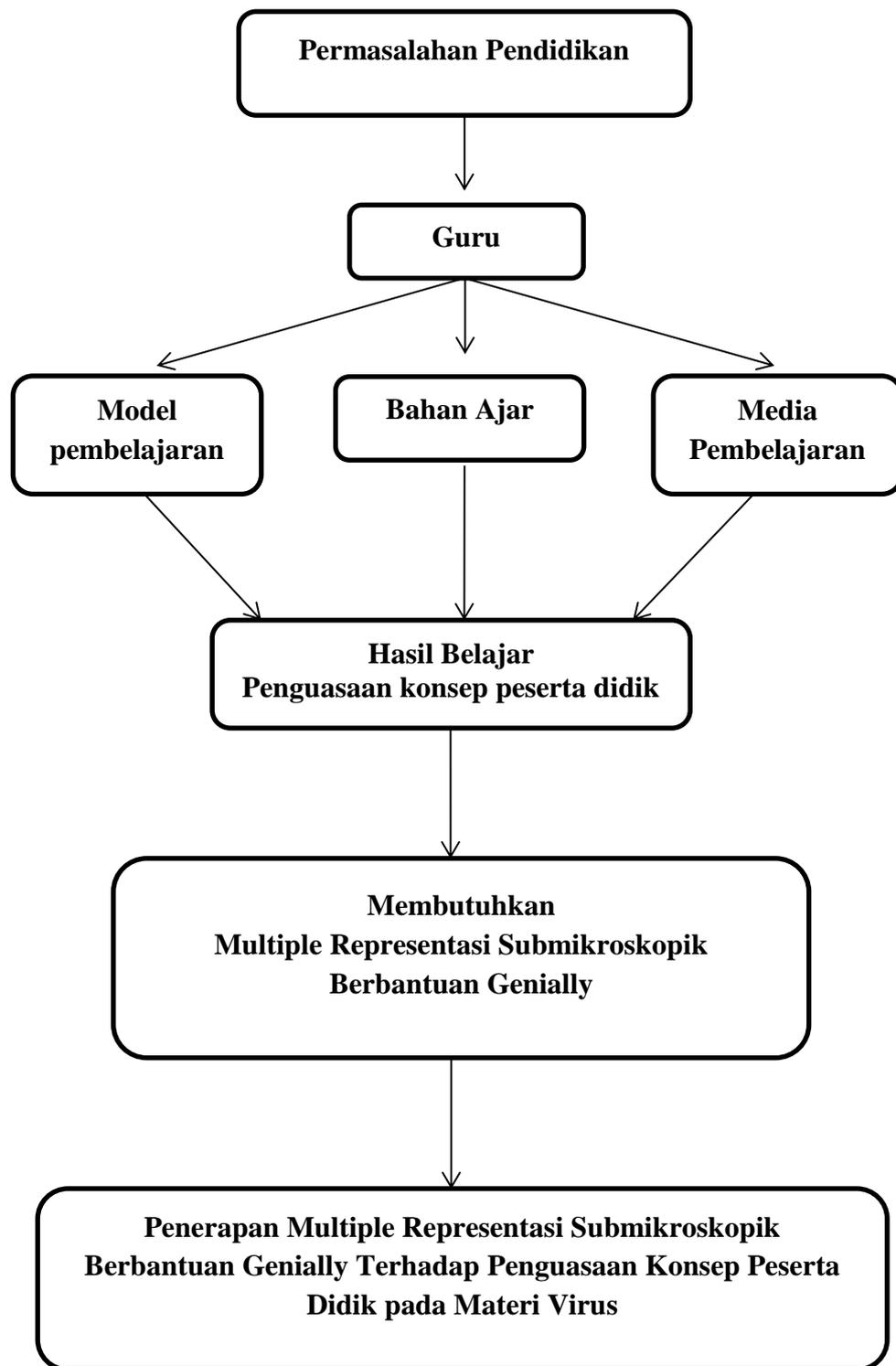
C. Kerangka Pemikiran

Permasalahan pendidikan di Indonesia hingga kini masih berkuat pada rendahnya hasil belajar peserta didik, terutama dalam aspek penguasaan konsep. Kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kurang optimalnya peran guru dalam memilih dan menerapkan strategi pembelajaran yang tepat.

Guru dalam proses pembelajaran, perlu memadukan tiga komponen penting: model pembelajaran, bahan ajar, dan media pembelajaran. Ketiganya memiliki kontribusi besar terhadap kualitas hasil belajar. Model pembelajaran menentukan bagaimana strategi belajar berlangsung, bahan ajar menjadi sumber informasi utama, sementara media pembelajaran bertugas menjembatani konsep abstrak agar lebih mudah dipahami. Ketika ketiga komponen ini tidak digunakan secara maksimal, maka penguasaan konsep peserta didik akan rendah, khususnya pada materi Biologi yang bersifat kompleks dan abstrak seperti virus.

Diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu mengintegrasikan konsep pada materi virus untuk meningkatkan penguasaan. Berbagai bentuk representasi informasi, baik visual, simbolik, verbal, hingga submikroskopik. Salah satu alternatifnya adalah dengan menerapkan multiple representasi submikroskopik yang dibantu oleh media interaktif seperti Genially. Media ini mampu menyajikan konten visual animatif, infografis, hingga simulasi interaktif yang sesuai dengan karakteristik materi virus, sehingga membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih bermakna dan tidak sekadar menghafal.

Penerapan multiple representasi submikroskopik berbantuan Genially dipandang sebagai solusi potensial untuk mengatasi permasalahan penguasaan konsep peserta didik. Pendekatan ini tidak hanya menyajikan informasi dalam berbagai bentuk, tetapi juga mampu menyesuaikan dengan gaya belajar peserta didik yang beragam. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menguji pengaruh pendekatan tersebut terhadap penguasaan konsep peserta didik pada materi virus.



Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Multiple representasi dalam pembelajaran merujuk pada penggunaan berbagai bentuk penyajian informasi baik secara verbal, visual, simbolik, maupun kinestetik untuk membantu peserta didik membangun pemahaman konsep secara utuh (Ainsworth, 2006). Dalam pembelajaran sains, khususnya biologi, penggunaan representasi ganda membantu peserta didik melihat keterkaitan antara level makroskopik (apa yang bisa diamati langsung), mikroskopik (struktur kecil seperti sel atau virus), dan simbolik (persamaan atau diagram) (Treagust *et al.*, 2020; Uminski *et al.*, 2024). Pendekatan ini dinilai efektif karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membandingkan dan menghubungkan informasi dari berbagai bentuk representasi, sehingga memperkuat pemahaman konseptual dan memfasilitasi proses berpikir ilmiah yang lebih mendalam (Susanti & Wibowo, 2023).

Genially merupakan salah satu platform digital interaktif yang digunakan dalam dunia pendidikan untuk mendesain media pembelajaran yang kreatif, komunikatif, dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Media ini memungkinkan integrasi berbagai bentuk representasi seperti teks, gambar, animasi, video, audio, hingga kuis interaktif ke dalam satu tampilan pembelajaran yang bersifat nonlinear dan navigatif (Fitriani & Handayani, 2023; Ramadhani & Dewi, 2022). Selain fleksibel dan mudah digunakan, Genially juga mendukung penciptaan konten edukatif yang mendorong partisipasi aktif Peserta didik melalui fitur responsif dan elemen visual dinamis (Fadhilah *et al.*, 2023).

Multiple representasi representasi submikroskopik berbantuan *genially*, dapat membantu peserta didik membangun penguasaan konsep terhadap struktur, siklus hidup, dan replikasi virus yang tidak kasat mata.

2. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan asumsi tersebut, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H₀ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penguasaan konsep peserta didik kelas X pada materi virus antara pembelajaran dengan

pendekatan *multiple* representasi submikroskopik dan pembelajaran konvensional.

Ha : Penggunaan pendekatan *multiple* representasi submikroskopik secara signifikan meningkatkan penguasaan konsep peserta didik kelas X pada materi virus dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.