

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Motivasi Belajar

Secara bahasa, "motivasi" berasal dari bahasa Latin, yaitu "motivus" yang berarti "bergerak" atau "mendorong." Motivasi dapat diartikan sebagai kekuatan atau dorongan internal yang mendorong seseorang untuk bertindak, bekerja menuju tujuan, atau mencapai sesuatu. Dalam konteks pembelajaran, motivasi belajar merupakan faktor yang memicu seseorang untuk mencari pengetahuan, meningkatkan keterampilan, atau mencapai prestasi akademis.

Menurut Santrock (2007), motivasi adalah suatu proses yang memberikan energi, mengarahkan, dan mempertahankan kegigihan perilaku. Sejalan dengan hal tersebut menurut (Hamza B, Uno, 2023), motivasi berasal dari kata "motif," yang mengacu pada kekuatan internal dalam diri individu yang mendorong mereka untuk berbuat atau bertindak. Motif ini tidak dapat diamati secara langsung, tetapi dapat tercermin dalam perilaku individu. Motif dapat berupa rangsangan, dorongan, atau sumber energi yang mendorong munculnya suatu tindakan atau perilaku tertentu.

Menurut Rahman (2021) bahwa kebanyakan peserta didik yang besar motivasinya akan giat berusaha, tampak gagah, tidak mau menyerah, serta giat membaca untuk meningkatkan hasil belajar serta memecahkan masalah yang dihadapinya. Sebaliknya mereka yang memiliki motivasi rendah, tampak acuh tak acuh, mudah putus asa, perhatiannya tidak tertuju pada pembelajaran yang akibatnya peserta didik akan mengalami kesulitan belajar.

Dibalik motivasi belajar peserta didik terdapat faktor yang mempengaruhi menurut Kusumaningrini dan Sudibjo (2021), antara lain:

1. Peran orang tua dan motivasi belajar, orang tua dianggap terlibat ketika mereka berkomunikasi dengan guru, memahami pembelajaran anak,

- menjadi mitra guru di rumah, berdiskusi tentang kegiatan sekolah, dan aktif memeriksa pekerjaan anak seperti pekerjaan rumah dan ulangan.
2. Kreativitas guru dan motivasi belajar, penerapan kreativitas guru termasuk pelatihan dalam pengembangan materi dan teknik mengajar, serta menciptakan lingkungan yang memadai, dapat memperkaya pengalaman belajar peserta didik. Sehingga direkomendasikan perlu adanya perbaikan dalam penerapan kreativitas guru untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik.
 3. Minat belajar peserta didik dan motivasi belajar, minat belajar peserta didik berpengaruh positif terhadap motivasi belajar peserta didik. Peserta didik yang memiliki minat yang tinggi terhadap pembelajaran cenderung memiliki motivasi belajar yang lebih tinggi.

Penggunaan media pembelajaran yang sesuai dan menarik dalam proses pembelajaran memiliki potensi untuk memicu keinginan dan minat peserta didik, merangsang motivasi belajar, dan bahkan menciptakan dampak psikologis pada mereka. Selain meningkatkan motivasi belajar, pemanfaatan media juga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran. Sesuai dengan pendapat Nurkholis (2013) bahwa pentingnya pengenalan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada tahap pendidikan formal sangatlah signifikan dalam era globalisasi, mengingat bahwa para peserta didik adalah sumber daya manusia di masa depan.

Suprihatin (2019) menambahkan bahwa menumbuhkan motivasi belajar peserta didik adalah kunci dalam mengembangkan kemampuan belajar. Guru perlu mengaitkan pengalaman belajar dengan motivasi peserta didik, memperjelas tujuan, menciptakan suasana menyenangkan, menggunakan metode yang menarik, memberikan pujian, penilaian yang adil, komentar yang mendukung, serta menciptakan persaingan sehat dan kerjasama. Dengan upaya ini, diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik secara efektif.

2.1.2 Hasil Belajar

Dalam teori belajar B.F. Skinner (1950), pembelajaran dianggap sebagai penyesuaian perilaku progresif terhadap lingkungan. Menurut Skinner (1950), belajar adalah perubahan perilaku sebagai tanggapan terhadap konsekuensi dari tindakan. Skinner melihatnya sebagai bentuk perilaku, di mana individu

menunjukkan respons yang lebih baik setelah pengalaman belajar. Penguatan positif/negatif memiliki peran kunci dalam membentuk dan memperkuat perilaku yang dipelajari. Ada beberapa poin kunci dari teori belajar Skinner, sebagai berikut: (1) terjadinya peristiwa atau situasi yang memicu atau memberikan kesempatan untuk belajar; (2) respons atau tanggapan yang ditunjukkan oleh pelajar terhadap kesempatan tersebut; (3) akibat atau hasil dari respons pelajar. Konsekuensi dapat berupa hadiah (penguatan positif), teguran, atau hukuman (penguatan negatif), yang mempengaruhi kemungkinan respons serupa muncul di masa depan (Sagala, 2003).

Sementara itu menurut Gagne (Dimiyati & Mudjiono, 2009) yang dikenal sebagai "Hirarki Belajar," menekankan urutan tahapan belajar. Dalam sembilan tahapnya, termasuk penerimaan perangsang, pemahaman, dan umpan balik, teori ini digunakan untuk merancang pembelajaran yang terstruktur dengan fokus pada kejelasan tujuan dan aktivasi keterampilan prasyarat. Dalam (Slameto, 2015) Robert Gagne memberikan dua definisi belajar yang saling terkait dalam teorinya:

1. Peningkatan Kemampuan:

Gagne (1960) mengartikan belajar sebagai peningkatan kemampuan seseorang untuk melakukan sesuatu setelah mengalami pembelajaran. Aspek ini mencakup perbaikan keterampilan yang dapat diamati atau diukur.

2. Perubahan Sikap:

Gagne juga mengakui bahwa belajar tidak hanya terfokus pada aspek kognitif atau keterampilan, tetapi juga mencakup perubahan dalam sikap atau perilaku. Ini melibatkan penerimaan nilai baru, perubahan sikap, atau respon emosional terhadap materi pembelajaran.

Definisi-definisi ini mencerminkan pendekatan Gagne yang menyeluruh terhadap pembelajaran, mencakup berbagai domain seperti kognitif, afektif, dan psikomotor. Gagne menekankan bahwa belajar bukan hanya tentang perubahan dalam pikiran, tetapi juga melibatkan transformasi perilaku, sikap, dan emosi.

Sejalan dengan pendapat di atas Ernest R. Hilgard dalam (Suryabrata, 1984) “Belajar adalah proses disengaja yang menyebabkan perubahan dengan arah positif. Perubahan ini bersifat relatif permanen dan tidak dapat kembali seperti semula”.

Dari beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa belajar adalah proses transformasi tingkah laku yang timbul dari pengalaman, latihan, dan interaksi dengan lingkungan. Proses belajar juga melibatkan perubahan tingkah laku yang dapat dipertahankan secara permanen. Secara keseluruhan, belajar adalah suatu proses di mana tingkah laku seseorang berkembang menjadi lebih baik.

Hasil belajar yang sering disebut "*scholastic achievement*" atau "*academic achievement*" menurut (Briggs, 1970), merujuk pada prestasi dan kemampuan peserta didik yang diperoleh melalui proses pembelajaran di sekolah. Penilaian hasil belajar ini diungkapkan dalam bentuk angka atau nilai, biasanya berdasarkan hasil tes. Dengan kata lain, istilah ini mencakup evaluasi kinerja peserta didik dalam konteks pendidikan formal, diukur dengan nilai numerik atau skor tes.

Menurut Gagne (Dimiyati & Mudjiono, 2009) mengemukakan bahwa hasil belajar terbagi ke dalam lima kategori, yakni:

1. Informasi verbal adalah kapabilitas untuk mengungkapkan pengetahuan dalam bentuk bahasa, baik lisan maupun tertulis. pemilik informasi verbal memungkinkan individu berperan dalam kehidupan,
2. Keterampilan intelektual adalah kecakapan yang berfungsi untuk berhubungan dengan lingkungan hidup serta mempresentasikan konsep dan lambang. keterampilan intelek ini terdiri dari diskriminasi jamak, konsep konkret dan terdefinisi, dan prinsip,
3. Strategi kognitif adalah kemampuan menyalurkan dan mengarahkan aktivitas kognitifnya sendiri. kemampuan ini meliputi penggunaan konsep dan kaidah dalam memecahkan masalah,
4. Keterampilan motorik adalah kemampuan melakukan serangkaian gerak jasmani dalam urusan dan koordinasi sehingga terwujud otomatisme gerak jasmani,
5. Sikap adalah kemampuan menerima atau menolak objek berdasarkan penilaian terhadap objek tersebut.

Menurut Bloom dalam Khalishah dan Iklilah (2021) mengemukakan bahwa terdapat 2 dimensi dalam teori Bloom yang telah direvisi yaitu menjadi 2 dimensi yaitu dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan. Dimensi proses kognitif tersebut meliputi mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis,

mengevaluasi, dan menciptakan. Sementara pada dimensi pengetahuan masih sama dengan sebelumnya yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, serta metakognitif.

Berdasarkan pandangan-pandangan di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar melibatkan interaksi, pola perbuatan, nilai, pemahaman, sikap, apresiasi, abilitas, dan kemampuan dalam proses belajar mengajar. Proses pembelajaran ini menyebabkan perubahan yang nyata pada pengetahuan dan keterampilan peserta didik. Dalam konteks penelitian ini, hasil belajar yang dimaksudkan terfokus pada ranah kognitif. Pemilihan ini fokus pada aspek kognitif disengaja agar penelitian lebih terarah dan tidak mencakup aspek lainnya.

Keberhasilan dalam kegiatan belajar dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu, sebagaimana yang dijelaskan oleh (Slameto, 2015) Faktor-faktor ini dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu: Faktor intern meliputi kondisi fisik, psikologis, dan kelelahan. Kesehatan fisik, motivasi, minat, kecerdasan, dan kebiasaan belajar yang baik mendukung pembelajaran. Kelelahan mengurangi konsentrasi dan daya tahan belajar. Faktor ekstern mencakup lingkungan keluarga, sekolah, masyarakat, serta sarana dan prasarana. Keluarga yang mendukung dan lingkungan sekolah yang baik dengan guru berkualitas, metode pengajaran efektif, dan fasilitas memadai sangat berpengaruh. Lingkungan sosial dan fasilitas belajar yang lengkap juga penting.

Menurut Anggraini (2016) faktor yang mempengaruhi hasil belajar peserta didik dapat dibagi menjadi dua kategori. Faktor internal mencakup minat, motivasi, perhatian belajar, dan kesiapan belajar, sementara faktor eksternal melibatkan metode pengajaran guru, fasilitas ruang kelas, dan interaksi dengan teman sekelas. Faktor yang paling dominan dalam mempengaruhi hasil belajar adalah minat dan motivasi belajar, sedangkan faktor dengan dampak paling kecil adalah kondisi ruang kelas.

Berdasarkan uraian di atas, faktor yang mempengaruhi hasil belajar dapat muncul baik dari dalam diri sendiri disebut intrinsik, maupun dari luar yaitu

ekstrinsik. Faktor intrinsik melibatkan elemen seperti minat, motivasi, perhatian belajar, dan kesiapan belajar yang berasal dari individu itu sendiri. Sementara faktor ekstrinsik melibatkan aspek lingkungan, metode pengajaran guru, fasilitas ruang kelas, dan interaksi dengan teman sekelas. Dengan demikian, pengaruh terhadap hasil belajar dapat berasal dari dua sumber utama, yakni faktor internal dan eksternal.

2.1.3 Media Pembelajaran Berbasis *E-Learning* SAC

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembelajaran karena berfungsi sebagai penyalur informasi dari sumber belajar kepada peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran (Auranisa dan Nuryanto 2025). Media yang efektif tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga mampu membangkitkan motivasi, meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik, serta membantu pemahaman konsep yang kompleks. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah melahirkan berbagai bentuk media pembelajaran berbasis digital, salah satu di antaranya adalah *Smart Apps Creator* (SAC).

Smart Apps Creator (SAC) adalah *platform* atau aplikasi yang memungkinkan pendidik untuk merancang dan membuat media pembelajaran berbasis Android atau HTML5 tanpa memerlukan kemampuan pemrograman yang mendalam. SAC menyediakan berbagai fitur seperti teks, gambar, animasi, audio, video, serta interaktivitas yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan materi pembelajaran. Media ini dapat diakses melalui perangkat digital kapan saja dan di mana saja, sehingga mendukung pembelajaran yang fleksibel dan mandiri (Septiani dan Zakaria (2022)).

Selain mendukung fleksibilitas belajar, media pembelajaran berbasis e-learning seperti *Smart Apps Creator* (SAC) juga selaras dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21 yang menuntut peserta didik untuk aktif, mandiri, dan terbiasa memanfaatkan teknologi digital. Media e-learning memungkinkan terjadinya pembelajaran yang tidak terbatas oleh ruang dan waktu, sehingga

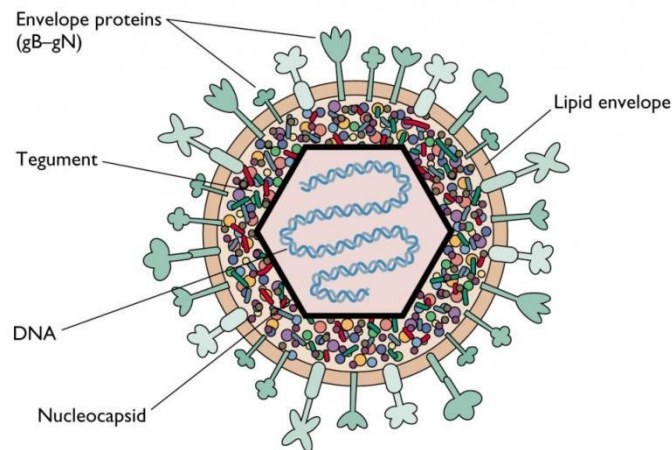
peserta didik dapat mengakses materi pembelajaran sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan belajar masing-masing. Hal ini sejalan dengan pendapat Arsyad (2017) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi mampu meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan daya tarik pembelajaran.

Smart Apps Creator (SAC) sebagai media pembelajaran digital memiliki keunggulan dalam penyajian materi yang bersifat multimedia interaktif, sehingga dapat mengakomodasi berbagai gaya belajar peserta didik, baik visual, auditori, maupun kinestetik. Materi yang disajikan melalui kombinasi teks, gambar, animasi, dan video dapat membantu peserta didik memahami konsep yang bersifat abstrak, seperti materi virus dalam pembelajaran biologi. Penelitian oleh Nuredin et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis aplikasi dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik secara signifikan. Namun, *Smart Apps Creator* juga memiliki beberapa kelemahan. Meskipun terdapat template yang bisa digunakan, kustomisasi mungkin terbatas, yang bisa membatasi kreativitas pembuat aplikasi. Selain itu, ada batasan dalam kompleksitas fitur interaktif yang dapat ditambahkan, terutama untuk proyek yang lebih rumit.

2.1.4 Deskripsi Materi Virus

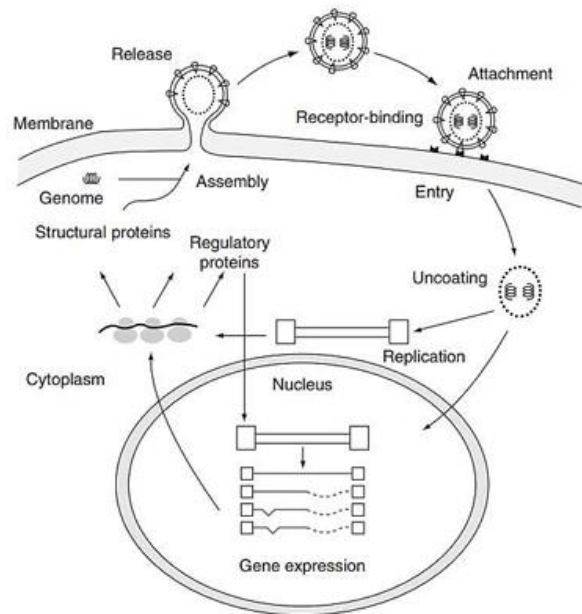
Kata "*virus*" berasal dari bahasa Latin yang berarti racun. Virus dikategorikan sebagai parasit intraseluler obligat karena hanya dapat melakukan aktivitas biologis jika berada di dalam sel inang. Di luar sel, virus berbentuk virion, suatu struktur non-metabolik yang tidak dapat berkembang atau memperbaiki diri. Fakta bahwa virus tidak dapat melakukan metabolisme sendiri menjadi alasan penting mengapa dunia ilmiah masih memperdebatkan apakah virus termasuk makhluk hidup atau bukan. Menurut Koonin & Dolja (2013), virus menempati posisi unik sebagai “agen evolusioner mandiri” yang tidak dapat hidup tanpa memanfaatkan mesin seluler inangnya. Secara struktural, virus terdiri atas materi genetik DNA atau RNA, kapsid sebagai pelindung, dan pada beberapa jenis disertai selubung lipid (envelope) dan protein yang menyelubungi virion

(nucleocapsid), Keberagaman struktur virus ini berimplikasi pada kemampuan infeksi (Gambar 2.1).



Gambar 2. 1
Struktur virus RNA & DNA
 Sumber: Norrby (2019)

Penelitian oleh Flint et al. (2015) menunjukkan bahwa keberadaan glikoprotein pada virus berselubung sangat berperan dalam pengenalan reseptor sel inang dan meningkatkan efisiensi infeksi. Virus RNA umumnya berevolusi lebih cepat dibandingkan virus DNA karena tidak memiliki mekanisme proofreading, sehingga laju mutasinya tinggi. Holmes (2010) menyebutkan bahwa laju mutasi virus RNA dapat mencapai 10^{-3} hingga 10^{-4} per nukleotida per siklus replikasi, yang menjelaskan cepatnya muncul varian baru seperti pada virus influenza dan SARS-CoV-2. Replikasi virus mengikuti beberapa tahap, yaitu adsorpsi, penetrasi, sintesis, perakitan, dan pelepasan (Gambar 2.2). Model ini dijelaskan dengan sangat rinci oleh Lodish et al. (2016), yang menekankan bahwa interaksi awal antara protein permukaan virus dan reseptor sel merupakan penentu spesifisitas inang.



Gambar 2. 2
Tahapan Replikasi Virus Secara Umum
 Sumber: Cann (2008)

Virus merupakan partikel penginfeksi yang tersusun dari molekul asam nukleat, baik *Deoxyribonucleic Acid* (DNA) maupun *Ribonucleic Acid* (RNA) yang terbungkus oleh lapisan pelindung berupa protein, yang dikenal dengan istilah kapsid. Keberadaan asam nukleat dalam struktur tubuh virus tersebut menjadikan virus memiliki kemampuan bereplikasi atau memperbanyak dirinya, meskipun proses replikasi virus sangat bergantung pada keberadaan inang. Virus dapat memperbanyak diri (reproduksi) hanya jika virus berada di dalam sel hidup. Hal tersebut menjadikan virus disebut sebagai parasit obligat intraseluler.

Proses replikasi atau reproduksi virus tidak seperti organisme seluler, yang 'tumbuh' dari peningkatan jumlah komponen-komponennya dan bereproduksi melalui pembelahan, partikel virus dihasilkan dari perakitan komponen-komponen yang telah terbentuk sebelumnya. Setelah proses reproduksi virus (virion) selesai, virus tidak akan mengalami pertumbuhan atau mengalami pembelahan sebagaimana organisme seluler lainnya. Virus bereproduksi dengan cara menyuntikkan asam nukleat atau materi genetik yang dikandungnya ke dalam sel inang. Setelah itu, materi genetik virus akan diterjemahkan oleh sel inang untuk memulai proses sintesis bagian-bagian tubuh virus baru. Proses

penerjemahan materi genetik tersebut, hanya dapat dilakukan oleh sel-sel yang masih hidup, sedangkan sel sudah mati tidak akan mampu melakukan proses tersebut.

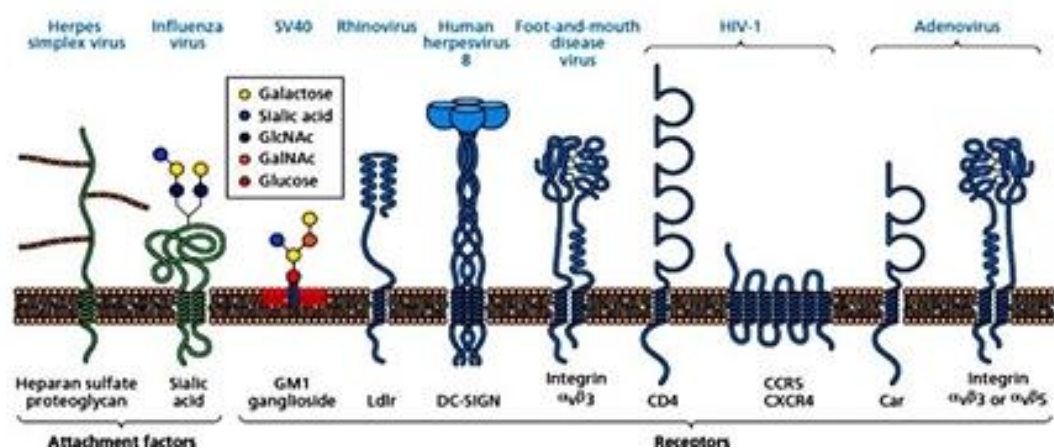
Oleh karena itu, reproduksi virus sangat bergantung pada keberadaan inangnya. Virus mendapatkan energi dari sel inang untuk digunakan selama proses reproduksi, misalnya untuk sintesis makromolekul sebagai bahan dasar komponen-komponen tubuh virus (Sephra Rampersa dan Paula Tennant 2020). Selama proses reproduksi virus berlangsung, terdapat perbedaan mekanisme perakitan virus baru antara virus DNA dan virus RNA. Virus DNA sebagian besar bereplikasi di dalam nukleus atau inti sel inang, yang merupakan tempat DNA sel inang direplikasi dan tempat terjadinya reaksi biokimia selama pembelahan sel. Sedangkan virus RNA, dapat bereplikasi di sitoplasma sel inang tanpa memasuki nucleus (Louten 2016). Replikasi virus secara umum dapat dibagi menjadi 7 tahapan, (Gambar 2.2)

Tujuh tahapan replikasi virus meliputi fase perlekatan (*attachment*), fase penetrasi (*entry*), pelepasan lapisan (*uncoating*), transkripsi (*genome replication*), perakitan (*assembly*), pematangan (*maturation*), dan pelepasan (*release*). Terlepas dari jenis inangnya, semua virus pasti menjalani setiap tahapan tersebut untuk berhasil menyelesaikan siklus replikasi atau reproduksinya. Di dalam sel inang, virus melepaskan dan mereplikasi materi genetiknya sambil memfasilitasi pembuatan proteinnya oleh ribosom sel inang. Partikel virus dirakit dari molekul biologis yang baru disintesis ini dan menjadi virion baru yang kemudian akan dilepaskan oleh sel inang (Louten, 2016). Berikut ini penjelasan rinci tahapan replikasi virus.

- Perlekatan (*Attachment*)

Fase ini merupakan tahapan awal bagi virus untuk bereplikasi. Virus mulai menempel atau melekat pada sel inang melalui pengikatan protein spesifik virus (anti reseptor) ke molekul reseptor membran sel inang. Reseptor virus pada permukaan sel inang dapat berupa protein (glikoprotein). Molekul reseptor target

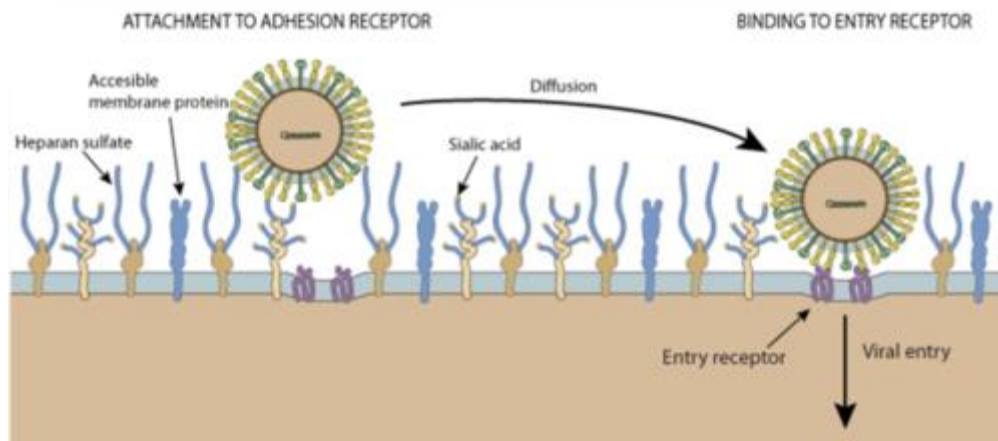
di permukaan sel inang pada dasarnya merupakan molekul normal yang diperlukan untuk fungsi seluler yang telah berevolusi untuk dimanfaatkan oleh virus. Bentuk dan jenis reseptor membran sel inang sangat beragam dan bersifat spesifik untuk mengenali anti reseptor virus, misalnya HIV akan mengikat protein CD4 pada permukaan sel target, virus influenza A mengikat reseptor gula asam sialat, Rhinovirus hanya akan mengenali reseptor ICAM-1 dan VLDR-R, virus herpes berikatan dengan reseptor heparan sulfat atau HVEM nectins, serta virus dengue yang mengikat reseptor DC-SIGN (Maginnis, 2018) (Gambar 2.4). Perlekatan anti reseptor virus dengan reseptor membran sel inang menimbulkan gaya elektrostatis yang berlawanan antara dua reseptor tersebut. Anti Reseptor virus berupa molekul protein, terletak di bagian terluar virus. Bagi virus berselubung (enveloped), anti reseptor atau protein perlekatan menonjol dari selubung virus, sedangkan virus yang tidak berselubung (non-enveloped) memiliki satu atau lebih protein kapsid yang berinteraksi dengan reseptor permukaan sel inang (Philipson, 2020).



Gambar 2. 3
Jenis reseptor pada permukaan membran sel
 Sumber: Cann (2008)

Reseptor sel inang terhadap virus dapat diklasifikasikan dalam dua jenis (Gambar 2.3), yaitu reseptor adhesi, yang melekatkan virus secara reversibel ke sel inang atau sel target. Selain itu, ada binding to entry receptor atau reseptor-masuknya virus ke dalam sel inang. Reseptor ini memicu endositosis/pinositosis

atau virus masuk melalui dengan menginduksi fusi/penetrasi. Pengikatan anti reseptor virus dengan *binding to entry receptor* sel inang ini bersifat ireversibel. Mekanisme perlekatan virus yang membutuhkan lebih dari 1 reseptor disebut ko-reseptor (Sobhy, 2017).



Gambar 2. 4
Perlekatan virus ke sel inang melalui adhesion receptor

Sumber: Sirohi (2020)

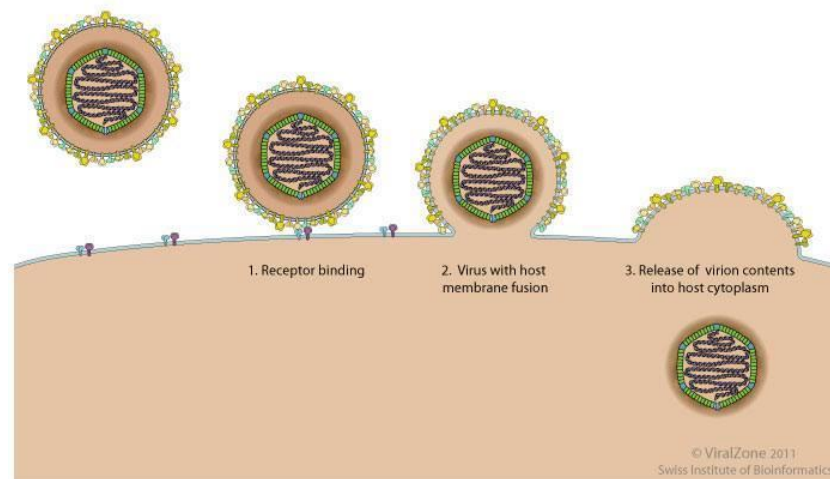
- Penetrasi (*Entry*)

Setelah virus berhasil menempel pada permukaan sel inang melalui perlekatan dengan reseptor spesifik, selanjutnya virus akan masuk ke dalam sel inang (penetrasi). Masuknya virus ke dalam sel umumnya merupakan proses yang bergantung pada energi, yaitu, sel harus aktif secara metabolik agar proses ini dapat terjadi. Tiga mekanisme utama yang umum terjadi yaitu (Louten 2016):

- Translokasi, virus masuk melintasi membran sel. Proses ini dimediasi oleh protein dalam kapsid virus dan reseptor membran sel yang spesifik.
- Endositosis dengan membentuk vesikel intraseluler. Proses ini tidak memerlukan protein virus spesifik, akan tetapi bergantung pada pembentukan dan internalisasi lubang berlapis pada membran sel inang. Partikel virus tersebut masuk ke dalam sel inang dengan membentuk endosom. Fusi terjadi antara selubung virus dan membran endosom
- Fusi selubung virus (enveloped virus)

Mekanisme ini memerlukan keberadaan protein fusi spesifik pada selubung virus. Protein-protein ini akan mendorong penyatuan membran sel inang

dan reseptor virus yang mengakibatkan nukleokapsid masuk ke dalam sitoplasma (Gambar 2.5).

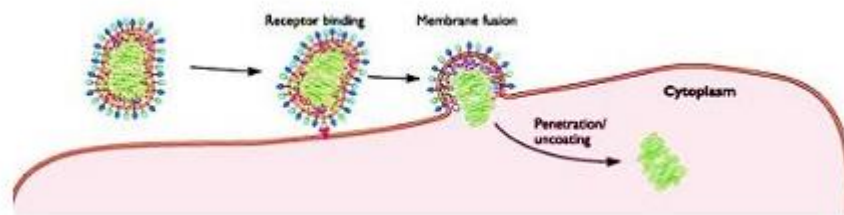


Gambar 2. 5
Mekanisme *entry* virus ke dalam sel inang

Sumber: Sirohi (2020)

- Pelepasan Lapisan (*Uncoating*)

Pelepasan lapisan menggambarkan peristiwa kapsid virus terdegradasi atau dihilangkan sebagian atau seluruhnya dan bahan genetik virus menjadi terekspos (Gambar 2.6). Umumnya komponen virus masih dalam bentuk kompleks asam nukleat-protein. Pada virus bakteri (bakteriofage), proses penetrasi bahan genetik langsung ke dalam sel terjadi bersamaan dengan pelepasan lapisan komponen virus. Bagi virus berselubung, pelepasan selubung virus selama fusi membran merupakan tahap awal dari proses pelepasan selubung. Proses tersebut dapat terjadi di dalam endosom, yang dipicu oleh perubahan pH saat endosom diasamkan, atau langsung di dalam sitoplasma. Jika virus masuk ke dalam sel melalui mekanisme endositosis, dan virus tetap berada di dalam vesikel dalam waktu yang lebih lama, maka hal tersebut dapat menyebabkan virus mengalami kerusakan akibat terpapar pH rendah atau enzim lisosom (Yamauchi & Greber, 2016).



Gambar 2. 6
Proses uncoating virus yang menyebabkan genom virus terlepas ke
sitoplasma sel inang
Sumber : Sirohi (2020)

- Transkripsi (Genome Replication)

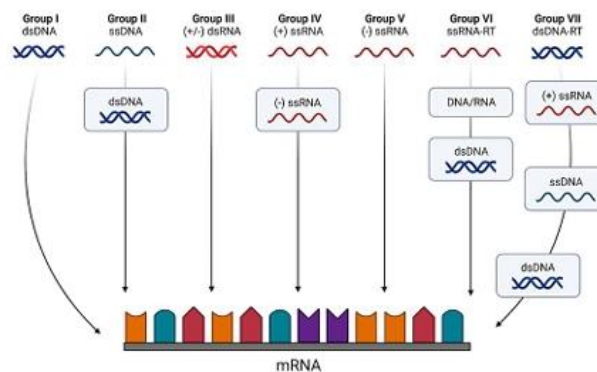
Strategi replikasi bahan genetik virus sebagian besar bergantung pada struktur, jenis, dan komposisi bahan genetiknya. Sama halnya seperti organisme hidup, keseluruhan bahan genetik (genom) virus bertindak sebagai instruksi untuk sintesis protein virus. Protein yang akan dimasukkan ke dalam virion baru dibuat melalui ekspresi gen virus dan genom virus ditranskripsikan melalui proses replikasi. Semua organisme hidup memiliki genom yang terdiri atas DNA untai ganda (double strand – ds), tetapi virus bersifat unik karena genomnya tersusun dari DNA untai tunggal (single strand – ss), serta dsRNA atau ssRNA yang dapat berarah positif atau negatif. Asam nukleat virus juga dapat berbentuk linier atau melingkar. Menurut sistem klasifikasi Baltimore, berdasarkan jenis, struktur, dan mekanisme transkripsi bahan genetiknya, virus dikategorikan ke dalam tujuh kelas yaitu:

- 1) Virus DNA untai ganda (dsDNA)
- 2) Virus DNA untai tunggal (ssDNA)
- 3) Virus RNA untai ganda (dsRNA)
- 4) Virus RNA berarah positif (+ssRNA)
- 5) Virus RNA berarah negatif (–ssRNA)
- 6) Virus RNA yang melakukan transkripsi balik (RNA reverse transcribe)
- 7) Virus DNA yang melakukan transkripsi balik (DNA reverse transcribe)

Masing-masing kelas tersebut memiliki mekanisme atau strategi transkripsi dan replikasi yang berbeda satu dengan lainnya (Gambar 2.7). Terlepas dari struktur

asam nukleatnya yang beragam, semua virus perlu mengekspresikan proteinnya dan mereplikasi genomnya di dalam sel inang untuk menciptakan virion baru.

Pada prinsipnya, virus DNA untai ganda (dsDNA), mentranskripsikan DNA-nya menjadi mRNA yang selanjutnya diterjemahkan untuk menghasilkan protein. Virus DNA untai tunggal (ssDNA) membutuhkan 2 tahapan untuk bereplikasi. Pertama, ssDNA diubah menjadi dsDNA menggunakan enzim DNA polimerase. Selanjutnya, dsDNA direplikasi dengan cara yang sama seperti pada replikasi dsDNA pada umumnya (Ruivinho & Gama-Carvalho, 2023).



Gambar 2. 7
Mekanisme penyalinan bahan genetik virus menjadi messenger RNA (mRNA) berdasarkan sistem klasifikasi Baltimore
 Sumber: Ruivinho & Gama-Carvalho (2023)

- Perakitan (*Assembly*)

Virus terbentuk dari komponen-komponen baru yang telah disintesis di dalam sel inang, dan untuk dapat dilepaskan dari sel, komponen-komponen tersebut harus dikumpulkan di lokasi tertentu di dalam sel inang dan mengalami proses perakitan untuk membentuk partikel virion baru. Sama seperti proses penetrasi dan pelepasan lapisan yang sulit dipisahkan dalam siklus beberapa virus, perakitan juga sering kali terjadi bersamaan dengan proses pematangan dan pelepasan. Lokasi perakitan virion bergantung pada jenis virus tertentu. Perakitan bisa terjadi di dalam inti sel, di membran plasma, atau di berbagai membran intraseluler seperti kompleks Golgi. Sebagian besar virus DNA yang tidak memiliki selubung (*non enveloped*) merakit nukleokapsidnya di dalam inti sel,

sedangkan virus yang memiliki selubung (*envelope*) yang berasal dari membran plasma biasanya melakukan perakitan di sitoplasma (Perlmutter & Hagan, 2015). Selama proses perakitan, genom atau asam nukleat dari virus akan dilindungi oleh protein kapsid. Protein kapsid akan mulai membungkus genom segera setelah genom direplikasi. Akan tetapi, beberapa virus ikosahedral menyelesaikan perakitan kapsidnya terlebih dahulu sebelum memasukkan genom atau asam nukleat ke dalamnya.

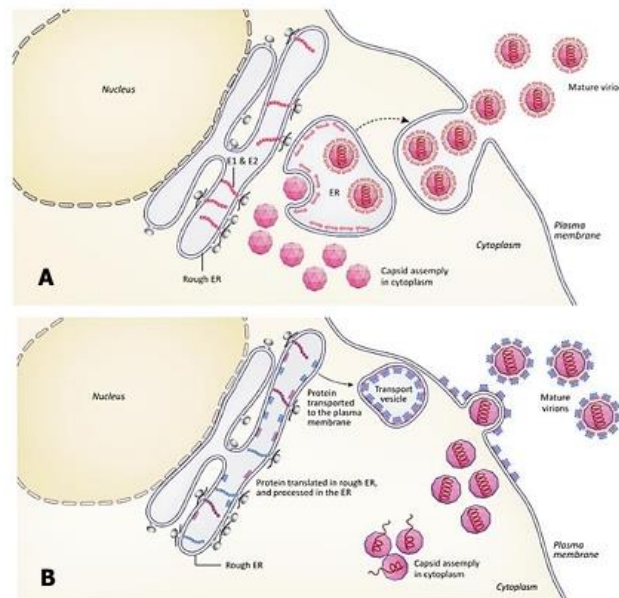
- Pematangan (*Maturation*)

Setelah genom atau asam nukleat dan protein penting lainnya dikemas ke dalam kapsid, langkah berikutnya yaitu pematangan. Dalam tahap pematangan ini, virion masih dalam proses pembentukan, dan jika sel inang mengalami lisis, virion tersebut belum mampu menginfeksi sel baru. Proses pematangan mengacu pada perubahan akhir di dalam virion, sehingga menghasilkan partikel virus yang infeksius. Dalam proses pematangan terjadi perubahan konformasi protein. Perubahan protein tersebut disebabkan oleh pemotongan protein yang sering kali menyebabkan perubahan struktur pada kapsid. Enzim protease yang bertindak dalam mekanisme tersebut dikodekan oleh virus atau berasal dari sel inang. Protease yang dikodekan oleh virus biasanya sangat spesifik terhadap urutan dan struktur asam amino tertentu, sehingga hanya memotong ikatan peptida tertentu dalam protein tertentu (Louten, 2016).

- Pelepasan (*Release*)

Langkah terakhir dalam siklus replikasi atau reproduksi virus adalah pelepasan virion ke lingkungan ekstraseluler. Proses pelepasan virion akan menyebabkan lisisnya sel inang. Alasan terjadinya lisis (pecahnya) sel inang tidak selalu jelas, akan tetapi diketahui bahwa sel inang yang terinfeksi virus sering kali mengalami disintegrasi karena replikasi virus mengganggu fungsi normal sel, misalnya dengan menghentikan ekspresi gen gen penting. Banyak virus juga mengkodekan protein yang menstimulasi terjadinya apoptosis, yang juga dapat mengakibatkan pelepasan partikel virus. Proses pelepasan virion bisa dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, tergantung pada jenis virusnya. Virus yang memiliki selubung (*enveloped viruses*) memperoleh membran lipid ketika virus

keluar dari sel inang melalui membran sel atau masuk ke dalam vesikel intraseluler sebelum kemudian dilepaskan. Protein selubung virion diambil selama proses ini ketika partikel virus didorong keluar. Proses tersebut dikenal sebagai budding (pertunasan) (Gambar 2.8).



Gambar 2. 8

**A) Pelepasan virion berselubung (*enveloped*) melalui mekanisme eksositosis;
B) Proses perakitan dan pelepasan virion dengan pembentukan budding pada membran plasma sel**

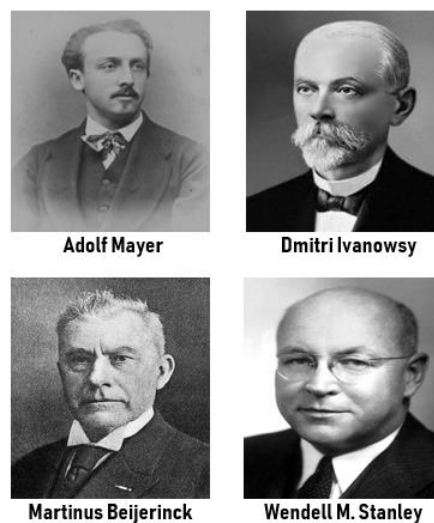
Sumber: Cann (2021)

Virus dapat melakukan budding dari berbagai sistem membran di dalam sel, termasuk retikulum endoplasma kasar, kompleks Golgi, bahkan selubung nukleus. Virion yang telah berselubung akan dilepaskan dari sel inang melalui proses eksositosis (Liu et al., 2023; Lord & Bonsall, 2021). Virus tanpa selubung (*non-enveloped*) juga dapat keluar dari sel melalui eksositosis. Namun, virus litik juga dapat mengganggu membran plasma sel inang dan menyebabkan lisis, sehingga virion baru yang telah matang terlepas. Sebagian besar, virus non-enveloped yang menginfeksi manusia melepaskan diri melalui lisis sel dan hal tersebut tentu menyebabkan kerusakan sel inang (Sanjuan, 2021).

Setelah melalui serangkaian tahapan dari pelekatan hingga pelepasan, virus berhasil memperbanyak diri dengan mengandalkan mesin biologis sel inang, yang pada akhirnya dapat merusak atau menghancurkan sel tersebut baik secara

struktural maupun fungsional, sehingga menyebabkan gangguan pada fungsi normal jaringan atau organ yang terinfeksi. Dengan memahami setiap tahapan reproduksi virus mulai dari pelekatan hingga pelepasan, kita dapat lebih mengenali titik-titik kritis yang dapat menjadi target dalam pengobatan maupun pembuatan vaksin sebagai bentuk pengendalian infeksi virus.

2.1.4.1 Sejarah Penemuan Virus



Gambar 2. 9
Tokoh Penemu Virus
 Sumber: Pubmed (2001)

Sejarah penemuan virus tidak terlepas dari kemajuan teknologi mikroskopis dan penelitian penyakit tumbuhan. Istilah “*virus*” berasal dari bahasa Latin virus yang berarti “racun”. Pada masa awal, agen penyebab penyakit yang tidak terlihat diasosiasikan sebagai zat beracun yang berasal dari organisme sakit. langkah awal dalam penemuan virus secara umum. Penemuan Awal oleh Adolf Mayer Pada tahun 1883, Adolf Eduard Mayer, seorang ahli kimia agrikultur asal Jerman, mulai meneliti penyakit daun tembakau yang menimbulkan bintik-bintik kuning, yang kemudian dikenal sebagai Tobacco Mosaic Virus (TMV). Mayer melakukan percobaan dengan menyemprotkan getah dari tanaman sakit ke tanaman sehat, dan berhasil menularkan penyakit tersebut. Ia menggunakan mikroskop cahaya untuk mencoba mendeteksi penyebabnya, namun tidak menemukan bakteri atau fungi karena TMV terlalu kecil untuk dilihat pada

mikroskop biasa. Mayer menyimpulkan bahwa agen penyebab penyakit ini lebih kecil daripada bakteri dan dapat ditransmisikan melalui ekstrak tanaman, meskipun ia keliru menyebutnya sebagai bakteri kecil. Pada tahun 1886, Mayer mempublikasikan hasil penelitiannya yang mendokumentasikan gejala penyakit secara detail dan menunjukkan bahwa agen penyebab dapat dipindahkan dari tanaman sakit ke sehat melalui ekstrak cair. Eksperimen ini menandai titik awal pemahaman bahwa ada agen infeksius yang tidak terlihat yang berbeda dari bakteri.

Penelitian pertama mengenai virus dilakukan oleh Dmitri Ivanovsky pada tahun 1892. Ivanovsky menemukan bahwa ekstrak daun tembakau yang sakit tetap menimbulkan infeksi meskipun telah disaring menggunakan penyaring bakteri Chamberland. Temuan ini menunjukkan bahwa penyebab penyakit tersebut berukuran lebih kecil dari bakteri. Namun, Ivanovsky belum menyimpulkan bahwa agen penyebabnya merupakan bentuk kehidupan baru. Pada tahun 1898, Martinus Beijerinck menegaskan bahwa agen tersebut bukan bakteri dan menyebutnya sebagai *contagium vivum fluidum*, yaitu agen menular yang hanya dapat bereplikasi pada sel hidup. Pandangan Beijerinck kemudian menandai kelahiran konsep modern tentang virus sebagai parasit intraseluler obligat.

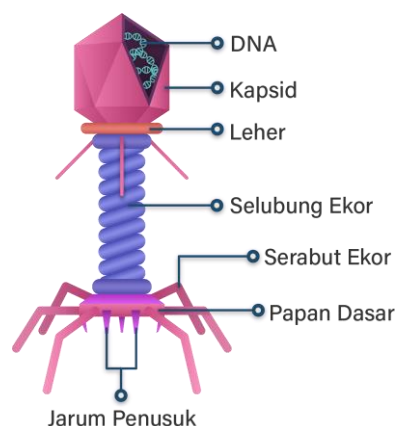
Perkembangan selanjutnya terjadi pada abad ke-20 melalui penemuan mikroskop elektron, yang memungkinkan pengamatan morfologi virus dengan lebih jelas. Melalui mikroskop elektron, virus seperti bakteriofag T2, adenovirus, dan virus mosaik tembakau dapat diidentifikasi strukturnya secara detail. Penemuan virus berlanjut hingga era biologi molekuler, ketika para ilmuwan menemukan bahwa virus dapat membawa DNA atau RNA sebagai materi genetiknya. Penelitian Wendell Stanley (1935) yang berhasil mengkristalkan Virus Mosaik Tembakau memberikan bukti bahwa virus bukan sel hidup, tetapi memiliki struktur kimiawi spesifik. Temuan-temuan ini menjadi landasan penting dalam memahami sifat unik virus yang berada pada perbatasan antara makhluk hidup dan benda mati.

2.1.4.2 Ciri-ciri dan Struktur Virus

Virus adalah entitas non-seluler yang hanya dapat bereplikasi dan menunjukkan aktivitas biologis saat berada di dalam sel hidup, sehingga dikategorikan sebagai parasit intraseluler obligat. Karena karakteristiknya yang khas, virus lebih tepat disebut sebagai partikel infeksius daripada organisme hidup. Virus memiliki dua kondisi, yaitu fase aktif saat menginfeksi sel inang dan fase inaktif saat berada di luar sel, berbeda dengan organisme yang mengalami fase hidup dan mati.

Struktur virus terdiri atas asam nukleat (baik DNA maupun RNA) yang dilindungi oleh kapsid protein, dan beberapa jenis virus dilengkapi dengan amplop lipid sebagai pelindung tambahan. Virus dapat menginfeksi berbagai jenis inang, mulai dari bakteri hingga organisme multiseluler seperti tumbuhan dan manusia (Istiadi et al., 2024). Struktur virus terdiri dari satu jenis asam nukleat, yaitu RNA atau DNA, yang dilindungi oleh selubung protein yang disebut kapsid (Gambar 2.10).

Berdasarkan jenis inang yang mereka infeksi, virus dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: virus hewan (termasuk virus pada manusia), virus tumbuhan, dan bakteriofag (virus yang menyerang bakteri) (Suprobawati & Kurniati, 2018).



Gambar 2. 10
Struktur Virus

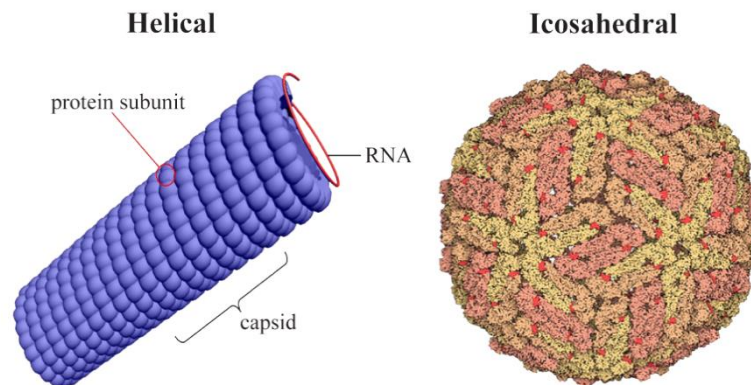
Sumber: Suprobawati & Kurniati (2018).

1. Kapsid Virus

Kapsid merupakan struktur protein yang berfungsi melindungi materi genetik virus dan tersusun atas unit-unit protein kecil yang disebut kapsomer. Bentuk kapsid bervariasi tergantung jenis virusnya, antara lain berbentuk sferik (bulat), heliks (spiral), ikosahedral (polihedral beraturan), atau struktur kompleks lainnya. Protein penyusun kapsid ini dikodekan oleh genom virus itu sendiri. Pada bentuk heliks, kapsomer tersusun melingkar mengikuti bentuk asam nukleat dan membentuk struktur nukleoprotein, yang dapat bersifat kaku atau lentur tergantung pada karakteristik protein kapsidnya. Disisi lain, kapsid ikosahedral memiliki bentuk geometris teratur yang menyelimuti genom secara rapat.

Beberapa virus menunjukkan variasi bentuk berdasarkan tipe sel inang tempat virus tersebut matang, dan klasifikasi virus sering kali mempertimbangkan perbedaan bentuk struktural ini sebagai ciri khas kelompok tertentu. Setiap virus memiliki konfigurasi unik dalam penyusunan kapsid di sekitar materi genetiknya, dan sifat umum dari susunan tersebut menentukan bentuk akhir kapsid serta simetri strukturalnya. Kapsid memiliki struktur yang rumit dan tersusun dari beberapa subunit protein identik yang dikenal sebagai kapsomer. Fungsi utama kapsid adalah sebagai kerangka protein yang melindungi genom virus yang secara struktural rentan agar tetap stabil terhadap pengaruh lingkungan. Interaksi antara kapsid dan genom merupakan proses yang kompleks dan menghasilkan struktur yang stabil secara energetik. Struktur stabil ini menentukan bentuk dan dimensi virus secara keseluruhan.

Berdasarkan parameter struktural kapsomer, virus memiliki dua bentuk reguler utama, yaitu heliks dan ikosahedron. Bentuk heliks merupakan hasil gabungan antara kapsid dan asam nukleat yang membentuk struktur spiral atau nukleoprotein. Kombinasi ini dapat menghasilkan struktur yang kaku maupun fleksibel, tergantung pada karakteristik protein kapsidnya. Sedangkan bentuk ikosahedral adalah susunan kapsomer yang membentuk struktur padat dan teratur yang melingkupi genom virus (Gambar 2.11).



Gambar 2. 11
Bentuk Virus

Sumber: Suprobowati & Kurniati (2018).

Konfigurasi kapsid yang mengelilingi materi genetik ini memberikan ciri khas tersendiri bagi setiap jenis virus. Bentuk dan susunan kapsid berbeda-beda sesuai dengan sifat protein kapsid dan interaksi antar protein tersebut. Oleh karena itu, bentuk kapsid menjadi salah satu kriteria utama dalam klasifikasi virus. Selain itu, kapsid juga memiliki peran penting dalam berbagai tahap siklus infeksi virus.

2. Genom

Materi genetik pada virus dapat berupa asam nukleat jenis DNA maupun RNA. Genom virus ini dapat tersusun sebagai DNA untai tunggal, DNA untai ganda, RNA untai tunggal, atau RNA untai ganda. Selain itu, struktur fisik asam nukleat tersebut dapat berbentuk linear atau melingkar (sirkuler). Jumlah gen yang dimiliki oleh virus sangat bervariasi, mulai dari sekitar empat gen pada virus dengan genom terkecil hingga mencapai ratusan gen pada virus dengan ukuran genom yang lebih besar Prayitno dan Hidayati (2021). Materi genetik virus, baik berupa untaian tunggal (ss) maupun untaian ganda (ds), serta berbentuk linier atau sirkuler, terdiri dari RNA atau DNA dan terbungkus di dalam kapsid. Kapsid ini tersusun dari unit-unit protein individu yang dikenal sebagai kapsomer (Hermiyanti, 2018).

Virus yang menggunakan RNA sebagai materi genetiknya memiliki berbagai mekanisme khusus untuk melakukan replikasi RNA tersebut, karena sel inang tidak memiliki sistem yang kompleks untuk mereplikasi RNA secara

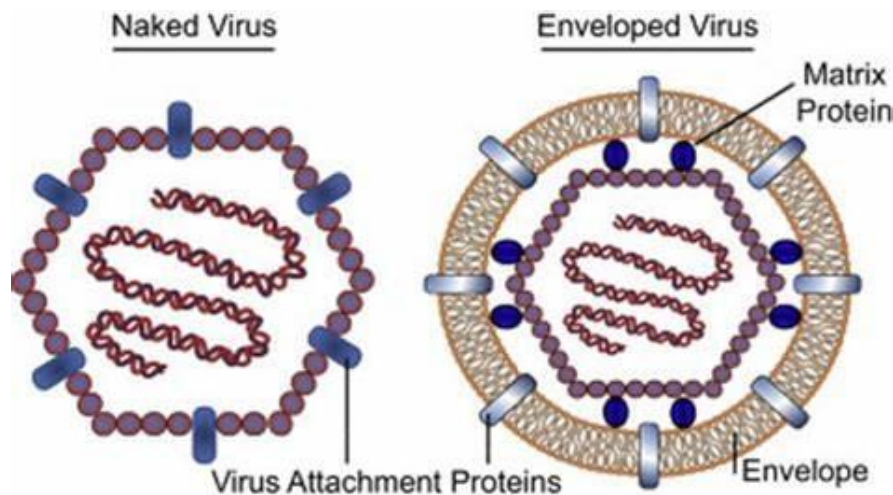
langsung. Proses replikasi RNA virus bergantung pada ekspresi enzim khusus yang hanya dapat diproduksi di dalam sel inang yang telah terinfeksi (Priastomo et al., 2021). Jumlah protein yang dibutuhkan dalam penyusunan kapsid berbentuk sferik ditentukan oleh koefisien T, di mana setiap kapsid terdiri dari sekitar 60 kali T jumlah protein. Contohnya, virus hepatitis B memiliki koefisien T sebesar 4, sehingga kapsidnya tersusun dari 240 protein. Mirip dengan virus heliks, beberapa virus sferik juga memiliki selubung lipid, namun pada umumnya, protein kapsidnya secara langsung berperan dalam proses infeksi sel inang (Suprobawati & Kurniati, 2018). Sebuah virion tersusun dari materi genetik berupa RNA atau DNA yang dibungkus oleh lapisan protein pelindung yang dikenal sebagai kapsid.

Kombinasi antara asam nukleat dan kapsid ini disebut nukleokapsid. Nukleokapsid dapat berbentuk telanjang, seperti yang ditemukan pada TMV (Tobacco Mosaic Virus penyebab penyakit bercak daun), Adenovirus, dan virus penyebab kutil (Wart virus); atau dapat pula terbungkus oleh membran tambahan, seperti pada virus influenza dan virus herpes (Suryani, 2021). Salah satu jenis protein selubung yang penting adalah peplomer glikoprotein (dari kata peplos yang berarti amplop) atau spike, yang dapat terlihat jelas sebagai tonjolan pada permukaan luar selubung di bawah mikroskop elektron. Selain itu, terdapat protein matriks yang tidak mengalami glikosilasi dan ditemukan di bagian dalam selubung pada beberapa famili virus, yang berfungsi memberikan kekakuan tambahan pada struktur virion (Sulupadang et al., 2024).

3. Selubung Virus (Envelope)

Beberapa jenis virus memiliki struktur yang lebih rumit, di mana kapsidnya dilapisi atau dilindungi oleh lapisan lipid ganda yang dikenal sebagai selubung virus atau virus beramplop (enveloped virus). Selubung ini berasal dari membran lipid sel inang tempat virus berkembang biak dan terbentuk melalui pengkodean protein membran virus. Keberadaan atau tidaknya selubung lipid ini menjadi faktor penting dalam mengklasifikasikan jenis virus, terutama pada virus hewan. Namun, bentuk virus lebih banyak ditentukan oleh bentuk kapsidnya,

bukan oleh ada atau tidaknya selubung lipid (Gambar 2.12). Hal ini disebabkan karena sebagian besar selubung lipid virus bersifat amorf dan mudah rusak, bahkan saat diamati menggunakan mikroskop elektron (Priastomo et al., 2021).



Gambar 2. 12
Perbandingan Antara Virion Telanjang Dan Terbungkus. Kapsid Virion Yang Diselimuti Membran Lipid Yang Berasal Dari Sel. Protein Penempelan Virus Yang Terletak Di Kapsid Atau Selubung Memudahkan Pengikatan Virus Ke Sel inangnya

Sumber : Sulupadang et al., (2024)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan dilaksanakan ini relevan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Adelia et al. (2022) yang membahas mengenai inovasi penggunaan media pembelajaran berbasis SAC (*Smart Apps Creator*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa menurut penilaian angket dari para ahli, media yang digunakan memiliki tingkat kevalidan sebesar 95%, sehingga masuk dalam kategori sangat valid. Penilaian kepraktisan juga menunjukkan rata-rata persentase sebesar 89%, yang mendandakan bahwa media tersebut sangat praktis. Selain itu, efek potensial media terhadap hasil belajar juga mendapat persentase sebesar 89%, yang menunjukkan kriteria sangat tinggi.

Penelitian lain yang juga relevan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Dwi, Hartono, dan Herawati (2023) yang membahas mengenai penerapan media pembelajaran berbasis android dengan SAC (*Smart Apps Creator*) untuk

meningkatkan motivasi belajar biologi peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan motivasi belajar peserta didik dengan persentase 76,44%.

Penelitian lain yang juga relevan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Nuredin et al. (2023) yang membahas mengenai peningkatan kemampuan menulis teks eksplanasi menggunakan model pembelajaran SAC (*Smart Apps Creator*). Hasil penelitian, terlihat adanya peningkatan yang cukup signifikan dari pra siklus hingga siklus II. Meskipun belum mencapai target nilai yang ditetapkan, namun terdapat perkembangan yang positif dalam keterampilan menulis teks eksplanasi. Penelitian ini berhasil meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menulis teks eksplanasi dengan menerapkan model pembelajaran SAC.

Penelitian lain yang juga relevan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Sirait dan Apriyani (2024) yang membahas mengenai penggunaan media pembelajaran dengan *Smart Apps Creator* (SAC) menunjukkan bahwa ini dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. Media pembelajaran yang dianggap valid memiliki dampak positif terhadap motivasi dan hasil belajar peserta didik secara keseluruhan. Penggunaan media pembelajaran berbasis *Smart Apps Creator* dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik serta hasil belajar kognitif peserta didik.

Penelitian lain yang juga relevan dengan penelitian ini pernah dilakukan oleh Samuna (2021) yang membahas mengenai penerapan media *smart apps creator* (SAC) dalam pembelajaran jarak jauh untuk meningkatkan hasil belajar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan media *Smart Apps Creator* dapat meningkatkan hasil belajar. Dari 31 peserta didik sebelum menggunakan media *Smart Apps Creator*, terdapat 13 peserta didik atau 42% yang mendapat nilai di atas KKM. Namun, setelah menggunakan media *Smart Apps Creator* pada siklus I, jumlah peserta didik yang mendapat nilai di atas KKM meningkat menjadi 18 peserta didik atau 58%, dan pada siklus II meningkat lagi menjadi 23 peserta didik atau 74%. Kenaikan hasil belajar ini juga berdampak pada peningkatan nilai rata-rata kelas. Nilai rata-rata kelas meningkat dari 62,58

sebelum menggunakan media *Smart Apps Creator* pada siklus I menjadi 76,77, dan pada siklus II meningkat lagi menjadi 77,10.

2.3 Kerangka Konseptual

Dalam dunia pendidikan modern, pemanfaatan media pembelajaran semakin menjadi pusat perhatian karena dinilai mampu menjawab tantangan pembelajaran abad ke-21 yang menuntut kreativitas, partisipasi aktif, serta kemampuan berpikir kritis peserta didik. Media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampai informasi, tetapi juga sebagai alat yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya, bermakna, dan melibatkan berbagai modalitas belajar. Sejalan dengan pandangan Heinich, Molenda, dan Russell (1996) yang menyatakan bahwa media pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan antara materi abstrak dengan kondisi nyata, penggunaan teknologi interaktif seperti aplikasi digital dapat membantu peserta didik memahami konsep dengan lebih mudah. Aplikasi seperti *Smart Apps Creator* memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berinteraksi dengan gambar, animasi, simulasi, dan latihan soal secara langsung sehingga meningkatkan rasa ingin tahu dan memperkuat pemahaman konseptual. Model pembelajaran berbasis teknologi ini sejalan dengan teori multimedia Mayer (2009) yang menegaskan bahwa pembelajaran lebih efektif ketika peserta didik menerima materi melalui kombinasi teks, audio, dan visual yang saling mendukung.

Di sisi lain, peningkatan motivasi belajar menjadi salah satu dampak utama dari penggunaan media interaktif. Menurut Keller (2010) dalam model ARCS: *Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction* media yang menarik, relevan, dan memberikan umpan balik segera dapat meningkatkan keterlibatan serta dorongan belajar peserta didik, baik secara intrinsik maupun ekstrinsik. Motivasi sendiri, sebagaimana dijelaskan oleh Sardiman (2011), merupakan energi dalam diri yang mendorong seseorang untuk melakukan aktivitas belajar dan mempertahankan keinginannya untuk mencapai tujuan tertentu. Dengan demikian, media interaktif seperti *Smart Apps Creator* memiliki potensi untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif secara psikologis karena

menyediakan pengalaman belajar yang menantang, responsif, dan bersifat personal.

Selain motivasi, hasil belajar peserta didik juga dipengaruhi oleh kualitas media yang digunakan. Gagne (1985) mengemukakan bahwa hasil belajar dipengaruhi oleh kondisi internal peserta didik dan rangsangan eksternal selama proses pembelajaran, salah satunya media yang memudahkan proses atensi, retensi, dan transfer pengetahuan. Dalam konteks pembelajaran Biologi, khususnya pada materi virus, media pembelajaran yang inovatif sangat diperlukan karena materi ini bersifat abstrak, mikroskopis, dan tidak dapat diamati langsung oleh peserta didik. Banyak penelitian menunjukkan bahwa konsep mengenai struktur virus, proses replikasi, dan penyakit yang ditimbulkan sering kali menimbulkan miskonsepsi jika hanya disampaikan melalui metode ceramah. Sejalan dengan pendapat Campbell (2012) yang menyatakan bahwa pemahaman konsep virologi membutuhkan representasi visual yang kuat agar peserta didik dapat membangun gambaran mental yang benar. *Smart Apps Creator* memungkinkan guru menyajikan animasi proses infeksi virus, model 3D struktur virus, serta simulasi siklus litik dan lisogenik sehingga peserta didik dapat mengeksplorasi materi secara lebih mendalam. Hal ini memperkuat proses elaborasi yang menurut Bruner (1966) sangat penting dalam pembentukan konsep ilmiah.

Di era digital, *e-learning* berbantuan aplikasi juga memperluas ruang belajar. Menurut Moore, Dickson-Deane, dan Galyen (2011), *e-learning* memberikan fleksibilitas waktu dan ruang bagi peserta didik untuk mempelajari konten kapan saja dan sesuai kebutuhan, serta meningkatkan peluang pembelajaran mandiri. Media seperti video, modul interaktif, forum diskusi, dan kuis elektronik membantu peserta didik memahami materi dengan lebih cepat dan mengurangi beban kognitif sebagaimana dijelaskan dalam *Cognitive Load Theory* oleh Sweller (1994). Berdasarkan seluruh pemaparan tersebut, dapat dipahami bahwa media pembelajaran memiliki kemampuan yang kuat dalam meningkatkan

motivasi dan hasil belajar melalui peningkatan keterlibatan, penguatan representasi visual, dan penyediaan pengalaman belajar yang multisensori.

Oleh karena itu, penulis menduga terdapat pengaruh signifikan antara penggunaan media pembelajaran *Smart Apps Creator* terhadap motivasi dan hasil belajar peserta didik, khususnya pada materi Virus di kelas X SMAN 10 Tasikmalaya. Dengan demikian, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya memberikan bukti empiris mengenai efektivitas media pembelajaran dalam meningkatkan kualitas pembelajaran Biologi serta mendukung pengembangan strategi pembelajaran yang lebih adaptif dan inovatif di era digital.

2.4 Hipotesis Penelitian

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

Ha: Ada pengaruh media pembelajaran interaktif berbasis *E-Learning* SAC (*Smart Apps Creator*) terhadap motivasi dan hasil belajar peserta didik pada materi virus.