

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. KAJIAN TEORI

1. Belajar dan Hasil Belajar

a. Pengertian Belajar

Tujuan pendidikan dapat dimasukkan ke dalam salah satu dari tiga ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik (Subino, 1987, hlm. 17). Belajar dimaksudkan untuk menimbulkan perubahan perilaku yaitu perubahan dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Perubahan-perubahan dalam aspek itu menjadi hasil dari proses belajar. Perubahan perilaku hasil belajar itu merupakan perubahan perilaku yang relevan dengan tujuan pengajaran. Oleh karenanya, hasil belajar dapat berupa perubahan dalam kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik, tergantung dari tujuan pengajarannya (Purwanto, 2016, hlm. 43).

Di kalangan ahli psikologi terdapat keragaman dalam cara menjelaskan dan mendefinisikan makna belajar (*learning*). Namun, baik secara eksplisit maupun secara implisit pada akhirnya terdapat kesamaan maknanya, ialah bahwa definisi manapun konsep belajar itu selalu menunjukkan kepada suatu proses perubahan perilaku atau pribadi seseorang berdasarkan praktik atau pengalaman tertentu (Makmun, Abin Syamsuddin. 2007, hlm. 157).

Belajar menurut teori behavioristik diartikan sebagai proses perubahan tingkah laku. Perubahan tersebut disebabkan oleh seringnya interaksi antara stimulus dan respons. Menurut teori behavioristik, inti belajar adalah kemampuan seseorang melakukan respon terhadap stimulus yang datang kepada dirinya. Belajar menurut pandangan teori kognitif diartikan proses untuk membangun persepsi seseorang dari sebuah objek yang dilihat. Oleh sebab itu, belajar menurut teori ini adalah lebih mementingkan proses daripada hasil. Adapun menurut pandangan teori konstruktivisme belajar adalah upaya untuk membangun pemahaman atau persepsi atas dasar pengalaman yang dialami siswa. Oleh sebab itu belajar menurut pandangan

teori ini merupakan proses untuk memberikan pengalaman nyata bagi siswa. Ada tiga potensi yang harus diubah melalui belajar, yaitu potensi intelektual (kognitif), potensi moral kepribadian (afektif) dan keterampilan mekanik/otot (psikomotorik) (Aqib, 2017, hlm. 66).

b. Pengertian Hasil Belajar

Hasil belajar adalah kemampuan yang diperoleh anak setelah melalui kegiatan belajar. Belajar itu sendiri merupakan suatu proses dari seseorang yang berusaha untuk memperoleh suatu bentuk perubahan perilaku yang negatif menetap. Menurut Bloom ada tiga ranah (domain) hasil belajar yaitu kognitif, afektif dan psikomotor (Abdurrahman, 2003, hlm. 37).

Hasil belajar seringkali digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui seberapa jauh seseorang menguasai bahan yang sudah diajarkan. Untuk mengaktualisasikan hasil belajar tersebut diperlukan serangkaian pengukuran menggunakan alat evaluasi yang baik dan memenuhi syarat. Pengukuran demikian dimungkinkan karena pengukuran merupakan kegiatan ilmiah yang dapat diterapkan pada berbagai bidang termasuk pendidikan. Hasil belajar dapat dijelaskan dengan memahami dua kata yang membentuknya, yaitu “hasil” dan “belajar”. Pengertian hasil/produk menunjuk pada suatu perolehan akibat dilakukannya suatu aktivitas atau proses yang mengakibatkan berubahnya input secara fungsional. Hasil produksi adalah perolehan yang didapatkan karena adanya kegiatan mengubah bahan (*raw materials*) menjadi barang jadi (*finished goods*). Hal yang sama berlaku untuk memberikan batasan bagi istilah hasil panen, hasil penjualan, hasil pembangunan, termasuk hasil belajar. Dalam siklus input-proses-hasil, hasil dapat jelas dibedakan dengan input akibat perubahan oleh proses. Begitu pula dalam kegiatan belajar mengajar, setelah belajar siswa berubah perilakunya dibanding sebelumnya (Purwanto, 2016, hlm. 44).

Hasil belajar merupakan pencapaian tujuan pendidikan pada siswa yang mengikuti proses belajar mengajar. Tujuan pendidikan bersifat ideal, sedang hasil belajar bersifat aktual. Hasil belajar merupakan realisasi tercapainya tujuan pendidikan, sehingga hasil belajar yang diukur sangat tergantung kepada tujuan pendidikannya. Hasil belajar perlu dievaluasi. Evaluasi dimaksudkan sebagai cermin

untuk melihat kembali apakah tujuan yang ditetapkan telah tercapai dan apakah proses mengajar telah berlangsung efektif untuk memperoleh hasil belajar. Tujuan pendidikan di sekolah mengarahkan semua komponen seperti metode mengajar, media, materi, alat evaluasi, dan sebagainya dipilih sesuai dengan tujuan pendidikan. Hasil belajar termasuk komponen pendidikan yang harus disesuaikan dengan tujuan pendidikan, karena hasil belajar diukur untuk mengetahui ketercapaian tujuan pendidikan melalui proses belajar mengajar (Purwanto, 2016, hlm. 46).

Belajar menimbulkan perubahan perilaku dan pembelajaran adalah usaha mengadakan perubahan perilaku dengan mengusahakan terjadinya proses belajar dalam diri siswa. Perubahan dalam kepribadian ditunjukkan oleh adanya perubahan perilaku akibat belajar. Kalau belajar menimbulkan perubahan perilaku, maka hasil belajar merupakan hasil perubahan perilakunya. Oleh karena perubahan perilaku menunjukkan perubahan perilaku kejiwaan dan perilaku kejiwaan meliputi domain kognitif, afektif, dan psikomotorik. Selanjutnya untuk kepentingan pengukuran perubahan perilaku akibat belajar akan mencakup pengukuran atas domain kognitif sebagai hasil belajarnya. Domain mana yang menjadi area untuk diukur sangat tergantung pada tujuan pendidikannya. Domain hasil belajar adalah perilaku-perilaku kejiwaan yang akan diubah dalam proses pendidikan. Perilaku kejiwaan itu dibagi dalam tiga domain: kognitif, afektif, dan psikomotorik. Potensi perilaku untuk diubah, perubahan perilaku dan hasil perubahan perilaku dapat digambarkan sebagai berikut: (Purwanto, 2016, hlm. 48).

Tabel 2.1 Gambar Domain Hasil Belajar

INPUT	PROSES	HASIL
Siswa: 1. Kognitif 2. Afektif 3. Psikomotorik	Proses belajar mengajar	Siswa: 1. Kognitif 2. Afektif 3. Psikomotorik
Potensi perilaku yang dapat diubah	Usaha mengubah perilaku	Perilaku yang telah berubah: 1. Efek Pengajaran 2. Efek Pengiring

Hasil belajar atau perubahan perilaku yang menimbulkan kemampuan dapat berupa hasil utama pengajaran (*in-instructional effect*) maupun hasil sampingan pengiring (*nurturant effect*). Hasil utama pengajaran adalah kemampuan hasil belajar yang memang direncanakan untuk diwujudkan dalam kurikulum dan tujuan pembelajaran. Sedang hasil pengiring adalah hasil belajar yang dicapai namun tidak direncanakan untuk dicapai. Misalnya setelah mengikuti pelajaran siswa menyukai pelajaran matematika yang semula tidak disukai karena siswa senang dengan cara mengajar guru (Purwanto, 2016, hlm. 49).

2. Pengertian Media Pembelajaran

Media erat kaitannya dengan proses pembelajaran. Kata media berasal dari bahasa latin, yaitu *medius*. Arti *medius* adalah tengah, perantara, atau pengantar. Dalam proses pembelajaran, media seringkali diartikan sebagai alat-alat grafis, *photografis*, atau alat elektronik yang berfungsi untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Media merupakan segala bentuk alat yang dipergunakan dalam proses penyaluran atau penyampaian informasi. Media juga dapat diartikan sebagai alat bantu yang dapat digunakan sebagai penyampai pesan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Media merupakan sesuatu yang bersifat meyakinkan pesan dan dapat merangsang pikiran, perasaan, dan kemauan audiens

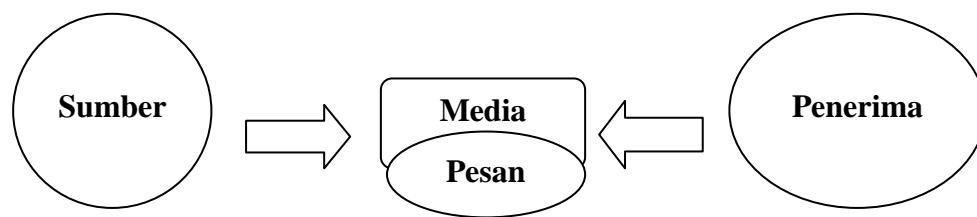
atau siswa sehingga dapat mendinging terjadinya proses belajar pada diri siswa tersebut.

Media merupakan bagian yang melekat atau tidak terpisahkan dari proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Proses pembelajaran merupakan suatu perpaduan yang tersusun rapi. Perpaduan tersebut meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi tercapainya tujuan pembelajaran. Pembelajaran juga merupakan proses, cara, tindakan yang mempengaruhi siswa untuk belajar. Dengan demikian, media pembelajaran merupakan alat dan teknik yang digunakan sebagai perantara komunikasi antara seorang guru dan siswa.

Media pembelajaran digunakan dalam rangka mengefektifkan komunikasi dan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pembelajaran di sekolah. Media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pembelajaran. Media pembelajaran merupakan komponen sumber belajar yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang memotivasi siswa untuk belajar. Sumber belajar terdiri atas sumber-sumber yang mendukung proses pembelajaran siswa termasuk sistem penunjang, materi, dan lingkungan pembelajaran. Sumber belajar mencakup segala yang tersedia untuk membantu individu belajar dan menunjukkan kemampuan dan kompetensinya (Wati, Ega Rima, 2016, hlm. 2).

Dalam proses belajar, media berperan dalam menjembatani proses penyampaian dan pengiriman pesan dan informasi. Dengan menggunakan media dan teknologi, proses penyampaian pesan dan informasi antara pengirim dan penerima akan dapat berlangsung dengan efektif. Proses ini dapat digambarkan dalam gambar berikut (A. Pribadi, Benny, 2017, hlm. 15).

Media Pembelajaran



Gambar 2.1 Media dalam proses belajar

Heinich, dan kawan-kawan (1982) mengemukakan istilah medium sebagai perantara yang mengantar informasi antara sumber dan penerima. Jadi, televisi, film, foto, radio, rekaman, audio, gambar yang diproyeksikan, bahan-bahan cetakan, dan sejenisnya adalah media komunikasi. Apabila media itu membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran maka media itu disebut media pembelajaran. Sejalan dengan batasan ini, Hamidjojo dalam Latuheru (1993) member batasan media sebagai semua bentuk perantara yang digunakan oleh manusia untuk menyampaikan atau menyebar ide, gagasan, atau pendapat sehingga ide, gagasan atau pendapat yang dikemukakan itu sampai kepada penerima yang dituju. Kesimpulannya media pembelajaran: adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dalam proses belajar mengajar sehingga dapat merangsang perhatian dan minat siswa dalam belajar (Arsyad, 2017, hlm. 10).

3. Pengertian Multimedia Interaktif

Multimedia berasal dari kata multi dan media. Multi berasal dari bahasa Latin, yaitu *nouns* yang berarti banyak atau bermacam-macam. Sedangkan kata media berasal dari bahasa Latin, yaitu *medium* yang berarti perantara atau sesuatu yang dipakai untuk menghantarkan, menyampaikan atau membawa sesuatu. Berdasarkan itu multimedia merupakan perpaduan antara berbagai media (*format file*) yang berupa teks, gambar, grafik, *sound*, animasi, video, interaksi dan lain-lain yang telah dikemas menjadi *file digital* (komputerisasi), digunakan untuk menyampaikan atau

menghantarkan pesan kepada publik. Gayeski (1993) mendefinisikan multimedia sebagai kumpulan media berbasis komputer dan sistem komunikasi yang memiliki peran untuk membangun, menyimpan, menghantarkan dan menerima informasi dalam bentuk teks, grafik, audio, dan sebagainya (Munir, 2015, hlm. 2).

Multimedia pun bisa dibagi menjadi dua katagori, yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif. Multimedia linier adalah multimedia yang tidak dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna. Multimedia ini berjalan sekuensial (berurutan). Contoh multimedia linier seperti TV dan film. Multimedia interaktif adalah multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Contoh multimedia interaktif adalah multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi game, dan lain-lain. Multimedia pembelajaran dapat diartikan sebagai aplikasi multimedia yang digunakan dalam proses pembelajaran. Multimedia itu untuk menyalurkan pesan (pengetahuan, sikap dan keterampilan) serta dapat merangsang, pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan yang belajar sehingga secara sengaja proses belajar terjadi, bertujuan, terarah, dan terkendali.

Program multimedia lahir karena perkembangan teknolgi kmputer dan digital. Media ini mampu untuk digunakan dalam mengomunikasikan pesan melalui tayangan teks, suara, video, animasi, dan hyperlink secara terintegrasi. Teknolgi komputer dan digitlal yang berkembang pesat seperti saat ini, telah memungkinkan pengguna media untuk mendapatkan informasi dan pengetahuan yang diperlukan dari beragam sumber secara komprehensif.

Program multimedia dalam konteks ini dapat dimaknai sebagai sebuah program atau aplikasi komputer yang mampu menampilkan pesan dan informasi melalui unsur teks, audio, gambar, video, dan animasi secara terintegrasi. Program multimedia memiliki kemampuan dalam menampilkan kombinasi beberapa unsur tayangan di atas menjadi suatu tampilan pesan dan informasi yang dapat dipelajari secara komprehensif oleh pemirsa. Intergrasi unsur-unsur tampilan program multimedia dapat dilihat pada gambar berikut.

Kombinasi tayangan unsur teks, audio, gambar, video, dan animasi, dalam menyampaikan pesan dan informasi dapat membuat program multimedia mampu memberikan pengalaman belajar yang mendekati realitas. Program multimedia dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam aktivitas pembelajaran yang menerapkan beragam metode pembelajaran seperti persentasi, latihan berulang, demonstrasi, pemecahan masalah atau problem solving dan simulasi (A. Pribadi, Benny. 2017. hlm. 162)

Tabel 2.2 Komponen Program Multimedia

Teks	Visual
Audio	Video

Multimedia merupakan perpaduan antara berbagai media (*format file*) yang berupa teks, gambar (*vector* atau *bitmap*), grafik, *sound*, animasi, video, interaksi, dan lain-lain yang telah dikemas menjadi *file digital* (komputerisasi), digunakan untuk menyampaikan pesan kepada publik. Sedangkan pengertian interaktif terkait dengan komunikasi dua arah atau lebih dari komponen-komponen komunikasi. Komponen komunikasi dalam multimedia interaktif (berbasis komputer) adalah hubungan antara manusia (sebagai *user*/pengguna produk) dan komputer (*software* memiliki hubungan /aplikasi/produk dalam format file tertentu, biasanya dalam bentuk *CD/Compact Disk*). Dengan demikian produk/CD/aplikasi yang diharapkan memiliki hubungan dua arah/timbale balik antara *software*/aplikasi dengan usernya. interaktifitas dalam multimedia meliputi:

1. Pengguna (*user*) dilibatkan untuk berinteraksi dengan program aplikasi
2. Aplikasi informasi interaktif bertujuan agar pengguna biasa mendapatkan hanya informasi yang diinginkan saja tanpa harus “melahap” semuanya (Munir, 2015, hlm. 110).

a. Kelebihan Multimedia Interaktif

Henich dan Molenda (2005) mengemukakan sejumlah keunggulan yang dimiliki oleh program multimedia jika dimanfaatkan dalam aktivitas pembelajaran. Keunggulan pemanfaatan program dalam aktivitas pembelajaran meliputi:

1. Membuat proses belajar menjadi lebih baik dalam meningkatkan daya ingat atau retensi
2. Memfasilitasi proses belajar pengguna program yang memiliki gaya belajar berbeda
3. Membantu pengguna program memiliki kompetensi yang diperlukan
4. Menyampaikan informasi dan pengetahuan dengan tingkat realisme yang tinggi
5. Meningkatkan motivasi belajar pengguna program
6. Memiliki sifat interaktif
7. Mendukung aktivitas belajar individual maupun kelompok
8. Menampilkan isi atau materi pelajaran secara konsisten
9. Memungkinkan pengguna untuk melakukan kendali terhadap proses belajar
(A. Pribadi, Benny. 2017. hlm. 163).

b. Kelemahan Multimedia Interaktif

Media pembelajaran berbasis multimedia memiliki beberapa kekurangan yang perlu diketahui. Kekurangan dari media pembelajaran berbasis multimedia yang dimaksud diantaranya adalah sebagai berikut.

- a. Membutuhkan pengetahuan dan keterampilan khusus tentang komputer sebelum menggunakannya.
- b. Keragaman model multimedia (perangkat keras) sering menyebabkan program (*software*) yang tersedia untuk satu model tidak cocok atau tidak kompatibel dengan model lainnya.
- c. Program yang tersedia saat ini belum memperhitungkan kreatifitas siswa, sehingga hal tersebut tentu tidak akan dapat mengembangkan kreatifitas siswa.
- d. Multimedia hanya efektif bila digunakan oleh satu orang atau beberapa orang dalam kelompok kecil. Untuk kelompok yang lebih besar diperlukan tambahan

peralatan lain yang mampu memproyeksikan pesan-pesan dimonitor ke layar lebih besar.

- e. Biaya pengadaan dan pengembangan program multimedia tinggi. Terutama pada multimedia yang dirancang khusus untuk sarana pembelajaran.
- f. Biaya relatif tinggi untuk pengadaan, pemeliharaan, dan perawatan.
- g. *Compatability* dan *incompability* anatar hardware dan software, penggunaan sebuah program komputer biasanya memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi yang sesuai.
- h. Pengembangan perangkat lunak yang relatif mahal untuk saat ini (Wati, Ega Rima, 2016, hlm. 86).

4. Tinjauan Materi Virus

a. Kompetensi Inti

3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

b. Kompetensi Dasar

3.4 Menganalisis struktur, replikasi dan peran virus dalam kehidupan

4.4 Melakukan kampanye tentang bahaya virus dalam kehidupan terutama bahaya AIDS berdasarkan tingkat virulensinya

Hasil analisis KI KD di atas, memberikan kita informasi penting terkait kompetensi inti dan kompetensi dasar. Hasil analisis KI KD penting ini antara lain:

- 1) Kompetensi Dasar KD yang sudah disesuaikan sehingga KD Pengetahuan dan KD Keterampilan cocok berpasangan, berarti sudah mantap pada titik tolak yang benar untuk menjabarkan pasangan KD ke dalam indikator pencapaian Kompetensi.
- 2) Seiring dengan itu ditemukan pula tingkat dimensi kognitif apakah berada pada C1 mengingat, C2 memahami, C3 menerapkan, C4 menganalisis, C5 mengevaluasi atau C6 mengkreasi. Hal ini memastikan kita mencari dan menggunakan Kata Kerja Operasional yang tepat untuk digunakan dalam indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran.
- 3) Hasil nalisis KI KD ditemukannya pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, ataupun metakognitif dan jenis keterampilan kongkrit maupun abstrak dan dengan itu memudahkan peneliti memilih model pembelajaran yang tepat untuk digunakan. Oleh karena itu peneliti memilih model *Proyek Based Learning (PBL)*.

c. Materi Virus

1) Ukuran Tubuh Virus

Untuk mengetahui ukuran virus, ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain.

a) Observasi langsung menggunakan mikroskop elektron

Mikroskop elektron berbeda dengan mikroskop cahaya yang biasa kita gunakan di laboratorium. Mikroskop Elektron menggunakan berkas elektron dan lensa elektromagnetik, sedangkan mikroskop cahaya menggunakan gelombang cahaya dan lensa kaca. Pengamatan virus dengan mikroskop elektron pertama kali dilakukan sekitar tahun 1930-an. Untuk pengamatan virus, digunakan ekstrak atau sayatan ultratipis dari jaringan makhluk hidup yang terinfeksi.

b) Filtrasi melalui selaput kolodion yang mempunyai porositas bertingkat

Sediaan virus dilewatkan melalui serangkaian selaput yang ukurannya berbeda-beda. Ukuran virus dapat diperkirakan berdasarkan selaput mana yang bisa dilewati dan selaput mana yang menahan partikel virus.

c) **Sedimentasi dalam ultrasentrifugasi**

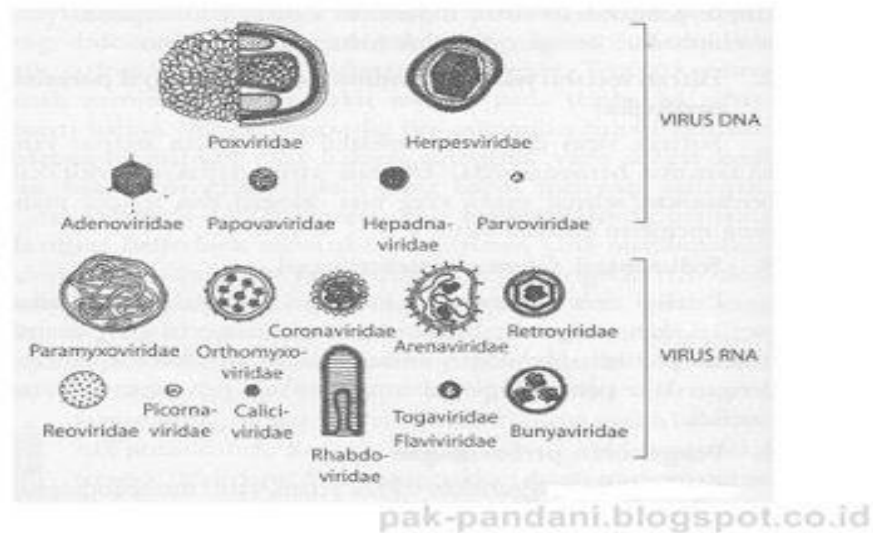
Partikel virus disuspensikan ke dalam suatu cairan, kemudian partikel akan mengendap dengan kecepatan yang sebanding dengan ukuran partikel. Hubungan antara ukuran dan bentuk partikel dengan laju pengendapan memungkinkan penentuan ukuran partikel.

d) **Pengukuran perbandingan**

Metode ini menggunakan teknik acuan, yaitu membandingkan ukuran suatu virus dengan ukuran virus tertentu yang dijadikan sebagai acuan. Contoh virus acuan antara lain bakteriofag yang memiliki ukuran 10-100 nm. Virus memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil; antara 20nm- 300nm (1 nm = 1/1.000.000). Virus yang berukuran kecil memiliki diameter tubuh kurang lebih 20nm (lebih kecil dari ribosom), misalnya *Poliovirus* yang menyerang susunan saraf pusat, *Aphthovirus* yang menyebabkan penyakit kaki dan mulut pada sapi, dan *Coxsackie B virus* yang menyerang jantung, hati, pankreas dan selaput pleura manusia. Sementara itu, virus yang berukuran besar memiliki ukuran tubuh antara 150 – 300 nm atau lebih, misalnya *Parainfluenza virus* yang menyerang saluran pernapasan, *Paramyxovirus* yang menyebabkan penyakit gondong, *Morbilivirus* yang menyebabkan penyakit campak, dan TMV yang menyebabkan mosaik pada tembakau. (Irnaningtyas, 20, hlm.90-91)

2) **Bentuk Virus**

Bentuk tubuh virus bervariasi, antara lain berbentuk batang, bulat, oval (peluru), filamen (benang), persegi banyak (polihedral), dan seperti huruf T. Virus yang berbentuk batang, misalnya TMV (*tobacco mosaic virus*). Virus berbentuk bulat, misalnya HIV (*human immunodeficiency virus*) penyebab penyakit AIDS dan *Orthomyxovirus* penyebab influenza. Virus yang berbentuk huruf T, misalnya bakteriofag (sering disebut “fag”) yang menyerang bakteri *Escherichia coli*. Virus yang berbentuk polihedral, misalnya *Adenovirus* penyebab penyakit saluran pernapasan *Papovavirus* penyebab penyakit kutil. Virus berbentuk batang dengan ujung oval seperti peluru, misalnya *Rhabdovirus* yang menyebabkan penyakit rabies. Virus berbentuk filame, misalnya virus *Ebola*.



Gambar 2.2 Bentuk dan Ukuran Relatif Beberapa Famili Virus

Sumber: Irnaningtyas, 2016, hlm. 90.

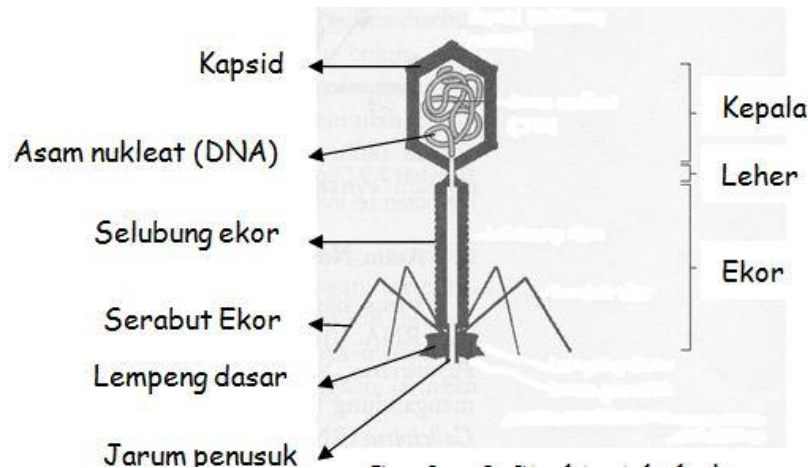
3) Struktur Tubuh Virus

Struktur tubuh virus berbeda dengan sel organisme sel hidup lainnya. Tubuh virus bukan merupakan suatu sel (disebut **aseluler**) karena tidak memiliki dinding sel, membran sel, sitoplasma, inti sel, dan organel sel lainnya. Selain ukuran tubuhnya kecil, virus memiliki sifat benda mati karena terdiri atas partikel yang dapat dikristalkan. Partikel virus lengkap dengan **Virion**.

Virus hanya akan menunjukkan sifat-sifat makhluk hidup (misalnya, bereproduksi) bila berada dalam organisme hidup lainnya. Itulah sebabnya sebagian ahli biologi menyatakan virus bukan merupakan makhluk hidup. Namun, sebagian ahli biologi yang lain menggolongkan virus sebagai makhluk hidup karena tubuhnya tersusun dari asam nukleat yang diselubungi protein dan mampu bereproduksi.

Virus bakteriofag yang berbentuk huruf T (misalnya, fag T₄) memiliki bagian-bagian tubuh, yaitu kepala, leher, dan ekor. Pada bagian ekor terdapat lempengan dasar dan serabut ekor yang berfungsi sebagai alat menempel dan tempat penginjeksian DNA ke dalam sel inang. Kepala fag berbentuk polihedral (segi

banyak). Pada bagian kepala hingga ekor terdapat **kapsid** dan **selubung Ekor** (bagian terluar) serta **asam nukleat** (bagian dalam).



Gambar 2.3 Struktur Tubuh Virus

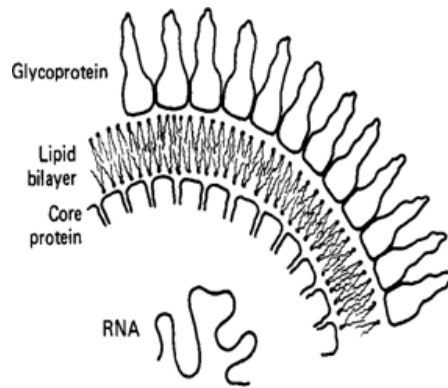
Sumber : Irnaningtyas, 2016, hlm. 90.

a) **Kapsid dan Selubung Ekor**

Kapsid merupakan selubung terluar virus yang tersusun atas banyak subunit protein yang disebut **kapsomer**. Kapsid inilah yang memberi bentuk virus. Bentuk kapsid virus berbeda-beda; polihedral, batang, bulat, oval, dan lain-lain. Jenis Protein penyusun kapsid tidak terlalu banyak. Contohnya kapsid TMV memiliki 1.000 molekul protein dengan jenis protein yang sama dan *Adenovirus* memiliki 252 molekul protein dengan jenis protein identik dan membentuk kapsid polihedral dengan ikosahedron 20 Faset segitiga. Jenis protein penyusun selubung ekor sama dengan jenis protein penyusun kapsid.

Beberapa virus memiliki selubung tambahan berupa **sampul membran** dari lipid, karbohidrat, atau glikoprotein. Selubung tambahan berfungsi sebagai pelindung yang berkaitan dengan antigen dan sistem imun virus. Virus yang memiliki sampul, misalnya virus *Sinbris*. Lipid yang membentuk sampul diperoleh ketika nukleokapsid virus melakukan pertunasan melalui membran sel inang; protein khusus virus disisipkan ke dalam membran sel inang. Hal ini merupakan strategi virus untuk

menghasilkan virus baru dengan perantara sel inang. Contohnya *Herpesvirus* bertunas melalui membran inti sel inang, serta *retrovirus* dan *poxvirus* bertunas melalui membran sitoplasma sel inang. Sementara itu virus yang tidak memiliki sampul disebut **virus telanjang**.



Gambar 2.4 Struktur virus Sindbis

Sumber : Irnaningtyas, 2016, hlm. 92.

b) Asam Nukleat

Virus hanya mengandung satu jenis asam nukleat; DNA atau RNA. Virus yang mengandung DNA, antara lain *Parvovirus*, *papovavirus*, *Adenovavirus*, dan *Herpesvirus*. Sementara virus yang mengandung RNA, antara lain *Picornavirus*, *Togavirus*, *Flavivirus*, *Calicivirus*, (RNA positif), *Coronavirus*, *Paramyxovirus*, *Rhabdovirus*, *Filovirus*, *Orthomyxovirus*, *Bunyavirus*, *Arenavirus*, *Reovirus*, dan *Retrovirus*.

DNA atau RNA pada Virus yang merupakan penyusun genom (kumpulan gen) yang berfungsi sebagai informasi genetik pada satu replikasi (penggandaan). Sel hidup organisme lain memiliki genom dari DNA untai ganda (heliks ganda), tetapi genom virus dapat berupa DNA untai ganda, DNA untai tunggal, atau RNA untai tunggal. Genom membentuk molekul asam nukleat linear tunggal (lurus), sirkuler (melingkar), bersegmen, atau tak bersegmen. Jenis asam nukleat, jenis untai, dan bobot molekul digunakan sebagai dasar dalam mengklasifikasikan virus. Virus terkecil memiliki genom yang terdiri atas empat gen, sedangkan virus terbesar memiliki genom yang terdiri dari atas empat gen, sedangkan virus terbesar memiliki genom yang mengandung ratusan gen. Selain asam nukleat, beberapa virus

mempunyai sejumlah kecil enzim didalam virionnya. Misalnya, *Poxivirus* memiliki 15 jenis enzim yang berfungsi pada siklus replikasi virus di dalam sel inang (Irnaningtyas, 2016, hlm. 91-93).

4) Cara Hidup Virus

Virus hanya dapat hidup di dalam sel hidup organisme tertentu yang cocok sehingga disebut **parasit intraseluler obligat**. Bila sel hidup yang ditumpanginya mati, maka virus pun akan mati. Sel hidup yang ditumpanginya disebut sel inang. Sel inang dapat berupa organisme monoseluler maupuun multiseluler, mulai dari bakteri, protozoa, jamur, tumbuhan, hewan, hingga manusia.

Virus yang terisolasi dari sel inang tidak akan mampu hidup lama dan bereproduksi. Hal ini disebabkan karena virus tidak memiliki enzim untuk melakukan metabolisme sendiri dan tidak memiliki ribosom untuk menyintesis protein. Virus yang terisolasi hanya merupakan paket-paket yang berisi genom yang berpindah dari satu sel inang ke sel inang lainnya yang cocok. Virus mengidentifikasi sel inang dengan menggunakan kesesuaian (*lock and key*). Jenis sel inang yang dapat ditumpangi virus disebut **kisaran inang**. Virus memiliki kisaran inang yang cukup luas, misalnya virus flu burung yang dapat menginfeksi golongan Aves, babi, dan manusia. Virus rabies dapat menginfeksi sejumlah spesies Mammalia. Namun demikian, beberapa virus memiliki kisaran inang yang mampu menginfeksi bakteri *Escherichia coli*.

Virus yang menyerang sel eukariota (sel yang memiliki membran inti) biasanya menyerang jaringan tertentu. Contohnya, virus HIV hanya menyerang sel darah putih tertentu yang disebut limfosit T CD4. Virus influenza hanya menyerang sel-sel pada permukaan saluran pernapasan, sedangkan jaringan lain tidak diserang.

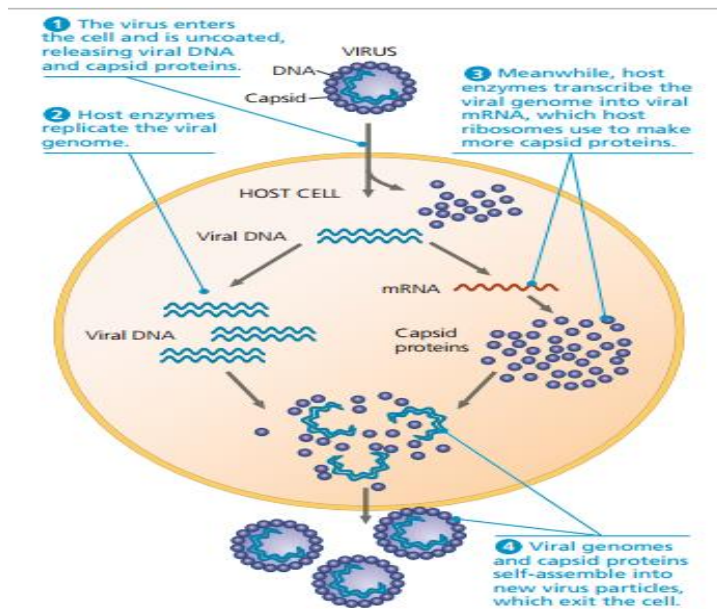
Penularan virus dari suatu sel inang ke sel inang lainnya dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Penularan virus secara langsung dapat terjadi melalui udara, air, darah, lendir, dan media lain. Contohnya, penularan virus yang menyebabkan penyakit polio, pilek, cacar, herpes, dan campak. Sementara penularan virus secara tidak langsung terjadi melalui perantara vektor (hospes perantara).

Contohnya *Flavivirus* (virus dengue) penyebab penyakit demam kuning atau demam berdarah pada manusia yang membutuhkan vektor nyamuk *Aedes aegypti*; *Togavirus* penyebab penyakit ensefalitis (peradangan otak) juga ditularkan oleh nyamuk. Beberapa virus menyebabkan penyakit pada tanaman biasanya menular melalui vektor serangga. (Irnaningtyas, 2016, hlm. 93-94).

a. **Virus Bereproduksi Hanya dalam Sel Inang**

Virus memiliki enzim-enzim metabolisme dan peralatan untuk membuat protein, misalnya ribosom. Virus merupakan parasit intraseluler obligat, dengan kata lain hanya dapat bereproduksi dalam sel inang. Boleh saja untuk menyebut virus dalam kondisi isolasi tak lebih dari sekadar kemasan seperangkat gen yang sedang berpindah dari satu sel inang ke sel inang yang lain.

Setiap tipe virus dapat menginfeksi sel dari ragam inang yang terbatas, disebut **kisaran inang** (*host range*) dari virus. Kespesifikasikan inang ini disebabkan oleh evolusi sistem pengenalan oleh virus. Virus mengidentifikasi sel inang melalui kecocokan “lubang-dan-anak-kunci” antara protein permukaan virus dan molekul reseptor spesifik di sebelah luar sel. (Menurut salah satu model, molekul reseptor semacam itu awalnya melaksanakan fungsi yang menguntungkan sel inang namun disalahgunakan oleh virus sebagai jalan masuk). Sejumlah virus memiliki kisaran inang yang luas. Misalnya, virus West Nile dan virus ensefalitis kuda merupakan virus yang sangat berbeda yang masing-masing bisa menginfeksi nyamuk, burung, kuda, dan manusia. Virus-virus lain memiliki kisaran inang yang sedemikian sempit hingga hanya menginfeksi satu spesies saja. Virus campak, misalnya, hanya dapat menginfeksi manusia. Terlebih lagi, infeksi virus terhadap eukariota, multiseluler biasanya terbatas pada jaringan tertentu. Virus salesma manusia biasanya hanya menginfeksi sel-sel saluran pernapasan atas, sedangkan virus AIDS berikatan ke reseptor yang hanya terdapat pada sel darah putih tipe-tipe tertentu. (Campbell, 2008, hlm.415).



Gambar 2.5 Siklus reproduksi virus yang disederhanakan. Virus merupakan parasit intraseluler obligat yang menggunakan perlengkapan dan molekul-molekul kecil sel inangnya untuk bereproduksi. Dalam siklus virus yang paling sederhana ini, parasit yang dimaksud merupakan DNA virus dengan kapsid yang terdiri atas satu macam protein.

Sumber: Campbell, 2008, hlm. 415.

5) Ciri-ciri Umum Siklus Reproduksi Virus

Infeksi virus dimulai ketika virus berikatan ke sel inang dan genom virus menembus masuk (**Gambar 2.5**). Mekanisme masuknya genom bergantung pada tipevirus dan tipe sel inang. Misalnya, fag T-genap menggunakan apparatus ekornya yang rumit untuk menyuntikkan DNA ke dalam bakteri (**Gambar 2.5**). Virus-virus lain masuk melalui endositosis atau, pada kasus virus beramplop, fusi amplop virus dengan membrane plasma. Begitu genom virus berada di dalam sel, protein-protein yang dikodekan dapat membajak inang, memprogram ulang sel untuk menyalin asam nukleat virus dan membuat protein-protein virus. Inang menyediakan nukleotida untuk membuat asam nukleat, dan enzim, ribosom, RNA, asam amino, ATP dan komponen-komponen lain yang dibutuhkan untuk membuat protein virus.

Kebanyakan virus DNA menggunakan DNA polymerase sel inang untuk menyintesis genom baru di sepanjang cetakan yang disediakan oleh DNA virus. Sebaliknya, untuk mereplikasi genomnya, virus RNA menggunakan polymerase yang dikodekan oleh virus dan dapat menggunakan RNA sebagai cetakan. (Sel yang terinfeksi umumnya tidak membuat enzim untuk melaksanakan proses ini).

Setelah dibuat, molekul-molekul asam nukleat dan kapsomer-kapsomer virus secara spontan merakit diri menjadi virus-virus baru. Bahkan para peneliti bisa memisahkan RNA dan kapsomer TMV dan kemudian merakit ulang virus secara lengkap hanya dengan mencampurkan komponen-komponen itu dalam kondisi yang sesuai. Tipe siklus reproduksi virus yang paling sederhana berakhir dengan keluarnya ratusan atau ribuan virus dari sel inang yang terinfeksi. Proses itu sering merusak atau menghancurkan sel. Kerusakan dan kematian sel semacam itu, serta tanggapan tubuh terhadap kehancuran ini, menyebabkan banyak gejala yang dikaitkan dengan infeksi virus. Progeni virus yang keluar dari sel berpotensi untuk menginfeksi sel-sel tambahan, menyebarkan infeksi virus.

Ada banyak variasi dai siklus reproduksi virus yang disederhanakan yang telah kita telusuri dalam deskripsi umum ini. Kini kita akan mempelajari sebagian variasi pada virus bakteri (fag) dan virus hewan secara lebih rinci. Di bagian selanjutnya, kita akan mempelajari virus tumbuhan.

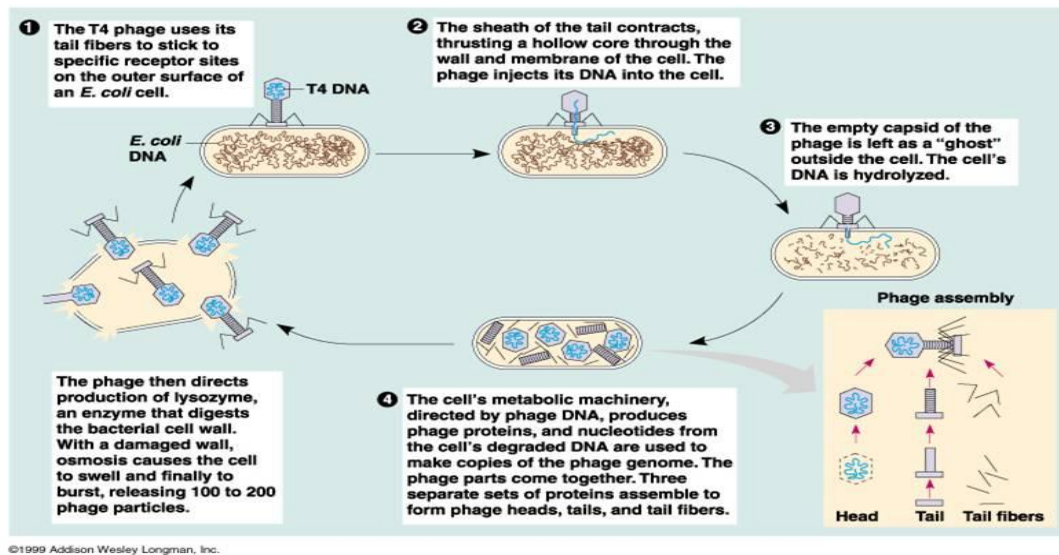
a) Siklus Reproduksi Fag

Fag adalah virus yang paling mudah dipahami, walaupun sebagian di antaranya tergolong virus yang paling kompleks. Penelitian terhadap fag membimbing pada temuan bahwa sejumlah virus DNA beruntai-ganda bisa bereproduksi melalui dua mekanisme alternative: siklus lisis dan lisogenik.

(1) Siklus Lisis

Siklus reproduksi fag yang mencapai puncaknya pada kematian sel inang dikenal sebagai **siklus lisis** (*Lytic cycle*). Istilah ini mengacu pada tahap infeksi terakhir, ketika bakteri lisis (pecah) dan melepaskan fag-fag yang dihasilkan dalam sel. Masing-masing fag kemudian dapat menginfeksi sel yang sehat, dan beberapa siklus lisis yang terjadi secara berturut-turut dapat menghancurkan seluruh populasi bakteri

dalam hanya beberapa jam. Fag yang bereproduksi hanya melalui siklus lisis disebut dengan **fag virulen** (*virulent phage*). **Gambar 2.7** mengilustrasikan langkah-langkah utama dalam siklus lisis T4, fag virulen tipikal. Peraga dan keterangannya menjabarkan proses tersebut, yang harus anda pelajari sebelum melanjutkan bacaan. (Campbell, 2008, hlm. 416).



Gambar 2.6 Siklus lisis fag T4, sejenis fag virulen. Fag T4 memiliki hamper 300 gen, yang ditranskripsikan dan ditranslasikan dengan menggunakan mekanisme sel inang. Salah satu gen fag pertama yang ditranslasikan setelah DNA virus memasuki sel inang adalah gen yang mengodekan sejenis enzim yang mendegradasi DNA sel inang (langkah 2). DNA fag terlindungi dari penguraian karena mengandung bentuk sitosin termodifikasi yang tidak dikenali oleh enzim tersebut. Seluruh siklus lisis, dari kontak pertama fag dengan permukaan sel sampai lisis sel, hanya memakan waktu 20-30 menit pada 37⁰C.

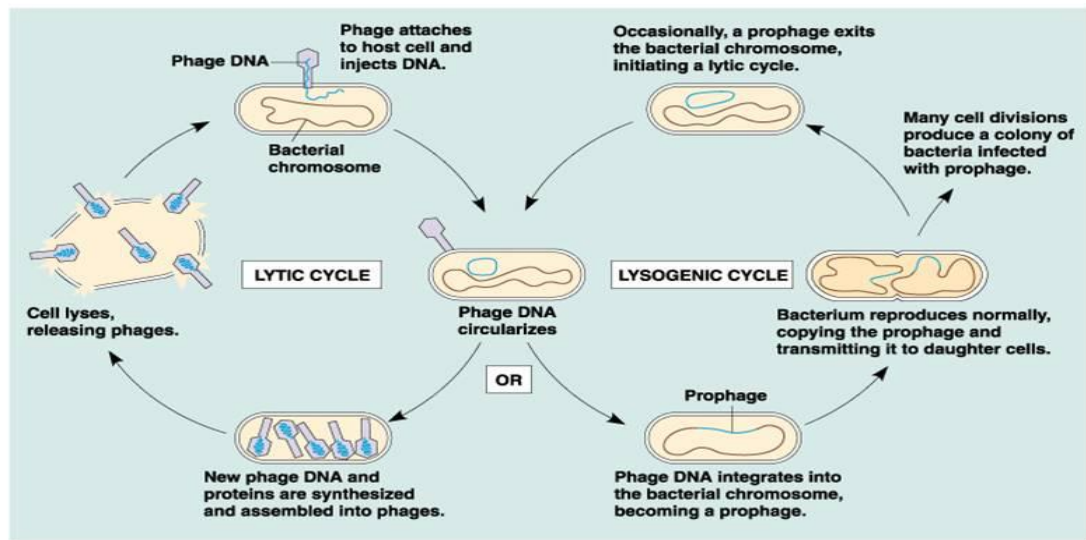
Sumber: Campbell, 2008, hlm. 416.

(2) Siklus Lisogenik

Berkebalikan dengan siklus lisis, yang membunuh sel inang. **Siklus lisogenik** (*Lysogenic cycle*) memungkinkan replikasi genom fag tanpa menghancurkan inang. Fag yang mampu menggunakan kedua mode reproduksi dalam bakteri disebut **fag temperat** (*temperate phage*). Fag temperat yang disebut lambda, ditulis dengan huruf

Yunani, sering digunakan dalam penelitian biologi. Fag lambda, menyerupai T4, namun ekornya hanya satu, dengan serat ekor yang pendek.

Infeksi sel *E. coli* oleh fag dimulai ketika fag itu berikatan ke permukaan sel dan menginfeksi genom DNA liniernya. Di dalam inang, molekul DNA, membentuk lingkaran. Apa yang terjadi selanjutnya bergantung pada mode reproduksi, siklus lisis atau siklus lisogenik. Dalam siklus lisis, genom virus langsung mengubah sel inang menjadi pabrik penghasil. Sel segera lisis dan melepaskan virus-virus yang diproduksi. Akan tetapi, selama siklus lisogenik, molekul DNA digabungkan ke dalam sebuah situs spesifik pada kromosom *E. coli* oleh protein-protein virus yang memutus kedua molekul DNA melingkar dan menggabungkan keduanya. Saat terintegrasi ke dalam kromosom bakteri dengan cara ini, DNA virus dikenal sebagai **profag (*prophage*)**. Salah satu gen profag mengodekan protein yang mencegah transkripsi sebagian besar gen profag lain. Dengan demikian, sebagian besar genom fag akan diam di dalam bakteri. Setiap kali sel *E. coli* bersiap-siap untuk membelah, sel tersebut juga mereplikasi DNA fag bersama-sama DNA-nya sendiri dan mewariskan salinan-salinannya ke sel-sel anakan. Sebuah sel yang terinfeksi dapat dengan cepat menghasilkan populasi bakteri yang besar, yang membawa virus ke dalam bentuk profag. Ini memungkinkan virus memperbanyak diri tanpa membunuh sel inang yang menjadi tempat bergantung. (Campbell, 2008, hlm.417).



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Gambar 2.7 Siklus lisis dan Lisogenik Fag, sejenis fag temperat. Setelah memasuki sel bakteri dan membentuk lingkaran, DNA bisa segera menginisiasi produksi sejumlah besar fag progeni (siklus lisis) atau berintergrasi ke dalam kromosom bakteri (siklus lisogenik).

Sumber: Campbell, 2008, hlm. 417.

Istilah *lisogenik* menyiratkan bahwa profag mampu menghasilkan fag aktif yang melisis sel inang. Ini terjadi ketika genom diinduksi siklus lisis. Sinyal lingkungan, misalnya zat kimiawi tertentu atau radiasi berenergi tinggi, biasanya memicu pergantian dari mode lisogenik ke mode lisis.

Selain gen pengode protein pencegah-transkripsi, beberapa gen profag yang lain mungkin diekspresikan selama lisogenik. Ekspresi gen-gen ini mungkin mengubah fenotipe inang, fenomena yang bisa memiliki nilai medis yang penting. Misalnya, tiga spesies bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia yaitu difteri, botulisme, dan demam scarlet tidak akan terlalu berbahaya bagi manusia tanpa gen-gen profag tertentu yang menyebabkan bakteri inang membuat toksin. Selain itu, perbedaan antara galur O157:H7 yang menyebabkan sejumlah kematian akibat keracunan makanan tampaknya terletak pada keberadaan profag dalam galur O157:H7.

b) Siklus Reproduksi Virus Hewan

Semua orang pernah menderita infeksi virus, baik lepuh di mulut, influenza, atau selesma biasa seperti semua virus, virus penyebab penyakit pada manusia dan hewan lain dapat bereproduksi hanya dalam sel inang. Banyak variasi dari skema dasar infeksi dan reproduksi virus terdapat dalam virus hewan. Salah satu variabel kuncinya adalah sifat genom virus. Virus RNA beruntai-tunggal digolongkan lagi menjadi tiga kelas (IV-VI) berdasarkan bagaimana genom RNA berfungsi dalam sel inang.

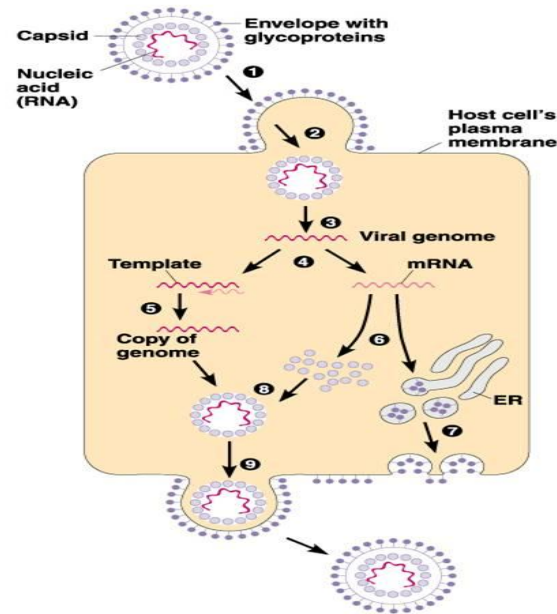
Sementara hanya sedikit bakteriofag yang memiliki amplop atau genom RNA, banyak virus hewan yang memiliki keduanya. Bahkan, hampir semua virus hewan dengan genom RNA memiliki amplop, demikian pula dengan virus hewan yang bergenom DNA. Daripada mendalami semua mekanisme infeksi dan reproduksi virus, kita akan memusatkan perhatian pada peran amplop virus dan fungsi RNA sebagai materi genetic dari berbagai virus hewan.

c) Amplop Virus

Virus hewan yang dilengkapi dengan amplop—alias membrane luar—menggunakan struktur itu untuk memasuki sel inang. Glikoprotein virus menjulur di permukaan luar amplop. Bagian ini berikatan ke molekul reseptor spesifik pada permukaan sel inang. Bagian-bagian protein dari amplop glikoprotein dibuat oleh ribuan ribosom yang berkaitan ke retikulum endoplasma (RE) sel inang. Enzim-enzim sel dalam RE dan apparatus Golgi kemudian menambahkan gula. Glikoprotein virus yang dihasilkan, tertanam dalam membran yang berasal dari sel inang, ditranspor ke permukaan sel dalam proses yang sangat mirip dengan eksositosis, kapsid virus baru dibungkus oleh membrane saat betunas dari sel. Dengan kata lain, amplop virus berasal dari membrane plasma sel inang, meskipun sebagian molekul pada membrane ini dispesifikasi oleh gen virus. Virus beramplop kini bebas menginfeksi sel-sel lain. Siklus reproduksi ini tidak perlu membunuh sel inang, berkebalikan dengan siklus lisis fage.

Sejumlah virus memiliki amplop yang tidak berasal dari membran plasma. Herpesvirus, misalnya, untuk sementara terbungkus oleh membran yang berasal dari selubung nucleus inang. Virus kemudian melepaskan membrane ini dalam sitoplasma

dan memperoleh amplop baru yang terbuat dari membrane apparatus Golgi. Virus-virus ini memiliki genom DNA beruntai-ganda.



Gambar 2.8 Silus reproduksi dari virus RNA beramplop. Di sini ditunjukkan sebuah virus dengan genom RNA beruntai tunggal yang berfungsi sebagai cetakan untuk sintesis mRNA. Sejumlah virus beramplop memasuki sel inang melalui fusi amplop dengan membrane plasma sel yang lain melalui mekanisme yang digambarkan dalam Peraga ini. (Campbell, 2015, hlm.419).

Sumber: Campbell, 2008, hlm. 418.

6) Pengelompokan Virus

Virus dikelompokkan berdasarkan tempat hidupnya, molekul yang menyusun asam nukleat, dan punya tidaknya selubung virus.

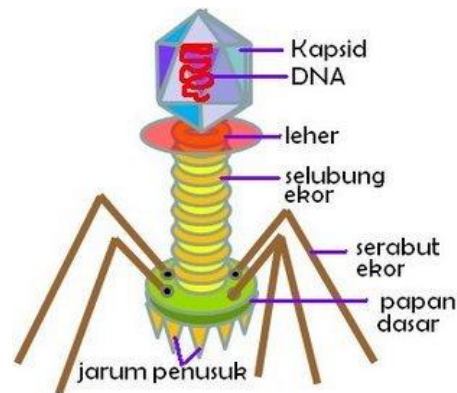
a) Berdasarkan Tempat Hidupnya

Berdasarkan tempat hidupnya, virus dikelompokkan menjadi virus bakteri (bakteriofage), virus tumbuhan, dan virus hewan.

a. Virus Pemakan Bakteri (Bakteriofage)

Bakteriofage merupakan virus yang berkembang biak di dalam tubuh bakteri. Ilmuwan pertama yang menemukan virus ini adalah D'Herelle, seorang ilmuwan Prancis. Struktur tubuhnya lebih kompleks dibandingkan dengan jenis virus lainnya.

Selain itu, terdiri atas bagian-bagian berbeda yang diatur secara cermat. Bagian-bagian tubuhnya terdiri atas kepala yang berbentuk heksagonal, leher, dan ekor. Bagian kepala mengandung dua pilinan DNA. Bagian leher berfungsi menghubungkan bagian kepala dan ekor. Sedangkan bagian ekor berfungsi untuk memasukkan DNA virus ke dalam sel inangnya.



Gambar 2.9 Bakteriofage

Sumber: Nurhayati, Nunung dkk, 2014, hlm. 73.

b. Virus Tumbuhan

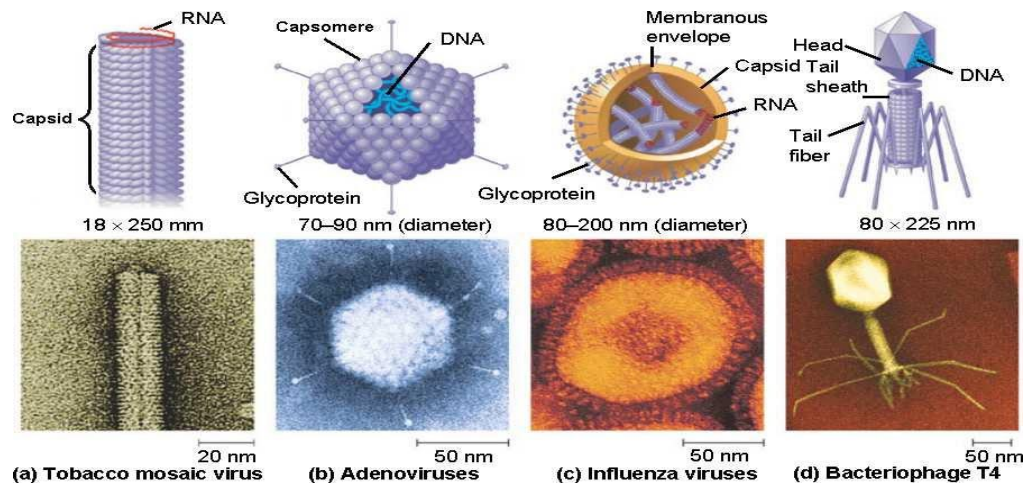
Virus yang berkembang biak di dalam sel tumbuhan. Contohnya *Tubacco Mozaic Virus (TMV)* dan *Beet Yellow Virus (BYV)*.

c. Virus Hewan

Virus yang berkembang biak di dalam sel hewan. Contohnya virus Poliomyelitis, virus Vaccina, dan virus influenza.

b) Berdasarkan Molekul yang Menyusun Asam Nukleat

Berdasarkan molekul yang menyusun asam nukleatnya, virus dibedakan menjadi DNA pita tunggal (DNA ss), DNA pita ganda (DNA ds), RNA pita tunggal (RNA ss), dan RNA pita ganda (RNA ds).



Gambar 2.10 Macam Virus

Sumber: Nurhayati, Nunung dkk, 2014, hlm. 74.

(1) Berdasarkan Ada Tidaknya Selubung Virus

Berdasarkan punya tidaknya selubung virus, virus dibedakan menjadi dua, yaitu virus yang memiliki selubung dan virus yang tidak memiliki selubung.

(a) Virus yang Memiliki Selubung (*Enveloped Virus*)

Virus yang termasuk kelompok ini merupakan virus yang memiliki nukleokapsid. Nukleokapsid itu dibungkus oleh membrane yang disusun oleh dua lipid dan protein, (biasanya glikoprotein). Membran ini berfungsi sebagai struktur yang pertama-tama berinteraksi dengan inangnya. Contoh virus yang termasuk kelompok ini yaitu Herpesvirus, Coronavirus, dan Orthomyxovirus.

(b) Virus yang Tidak Memiliki Selubung

Virus yang termasuk kelompok ini tidak memiliki nukleokapsid, hanya memiliki kapsid (protein) dan asam nukleat (naked virus). Contohnya virus yang termasuk kelompok ini, yaitu Retrovirus, Papovavirus, dan Adenovirus. (Nurhayati, Nunung dkk. 2014. hlm.73).

7) Peranan Virus dalam kehidupan

a) Peranan virus yang menguntungkan

Sebagian besar virus merugikan karena cara hidupnya bersifat parasit intraseluler obligat pada sel hidup. Namun demikian, beberapa jenis virus dapat dimanfaatkan

untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia, berikut virus yang menguntungkan :

(1) Virus sebagai vector pada proses rekayasa genetika

Dalam rekayasa genetika, untuk menghasilkan makhluk hidup yang mempunyai sifat-sifat menguntungkan dapat dilakukan dengan memindahkan gen pembawa sifat menguntungkan tersebut dari makhluk hidup satu ke makhluk hidup lainnya. Untuk memindahkan gen tersebut diperlukan suatu pembawa atau vector.

Vektor harus mempunyai kemampuan menginfeksi (memasukan) gen yang dibawanya ke makhluk hidup yang akan menerima gen tersebut. Virus dapat digunakan sebagai vector karena mempunyai daya infeksi yang tinggi. Contoh virus yang digunakan sebagai vector adalah virus Lambda.

(2) Virus sebagai agen penyebab mutasi

Virus juga dapat dimanfaatkan sebagai agen penyebab mutasi. Mutasi ini sengaja dilakukan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu yang dibutuhkan. Misalnya mutasi yang sengaja dilakukan pada bakteri untuk memperoleh sifat baru yang lebih menguntungkan. Pada proses mutasi bakteri ini digunakan virus. Contoh virus yang digunakan sebagai agen penyebab mutasi pada bakteri adalah virus Mu (*Mutator fage*).

(3) Virus yang digunakan untuk membuat antitoksin

Para ahli memanfaatkan virus dengan cara menggabungkan antara virus dan gen lain sehingga sifat yang menguntungkan tersebut akan dimiliki oleh bakteri yang diinfeksi. Contohnya, DNA virus digabungkan dengan DNA manusia yang memiliki sifat antitoksin (pelawan racun/penyakit). Selanjutnya, virus tersebut diinfeksi pada sel bakteri sehingga sel bakteri ini memiliki sifat gen manusia, yaitu memiliki sifat antitoksin. Dengan demikian, bakteri yang semula tidak mempunyai sifat antitoksin sekarang sudah memiliki sifat antitoksin.

(4) Virus digunakan untuk melemahkan bakteri yang bersifat pathogen

Bakteri yang bersifat pathogen akan berubah menjadi bakteri yang tidak berbahaya apabila terinfeksi oleh virus. Hal ini terjadi karena DNA virus yang menginfeksi bakteri tersebut akan masuk dan merusak DNA bakteri sehingga sifat

pathogen yang dimiliki oleh bakteri tersebut akan rusak juga. Contohnya, bakteri difteri yang berbahaya akan berubah sifatnya, jika terinfeksi oleh virus profage.

(5) Virus yang digunakan untuk memproduksi vaksin

Kebanyakan virus dipergunakan secara luas pada pembuatan vaksin untuk mencegah penyakit hepatitis, cacar, polio, campak, dan sebagainya. (Nurhayati, Nunung dkk. 2014. hlm.86).

b) Peran virus yang merugikan

Virus dapat menginfeksi dan menyebabkan penyakit pada berbagai organism baik tumbuhan, hewan, dan manusia.

(1) Penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus

Beberapa penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus, antara lain gondongan, herpes, cacar, cacar air varisela-zoster, hepatitis, influenza, parainfluenza, parainfluenza, campak (morbili), AIDS, poliomyelitis, tumor, kanker, karsinoma, kutil, demam berdarah, chikungunya, ebola, flu burung, dan SARS (Irnaningtyas, 2016, hlm 99).

8) Viroid dan Prion

a) Viroid

Viroid merupakan molekul kecil RNA sirkuler telanjang (tanpa kapsid) yang lebih kecil dari virus. Viroid hanya berupa asam nukleat yang terdiri atas beberapa ratus nukleotida dan tidak mengkode protein, tetapi mampu bereplikasi di dalam sel inang dengan menggunakan enzim seluler. Viroid biasanya menginfeksi tanaman. Molekul RNA viroid akan mengganggu metabolisme sel dan mengacaukan sistem pengendali pertumbuhan sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Pada tahun 1927, sekitar 10 juta tanaman kelapa mati karena terinfeksi viroid di Filipina.

b) Prion

Pada tahun 1997, ilmuwan Amerika, Stanley Prusiner, mendapatkan Hadiah Nobel atas penelitiannya terhadap protein penginfeksi yang lebih sederhana dari viroid, yaitu prion. Berbeda dengan viroid, prion merupakan protein yang tidak dapat bereplikasi, tetapi mampu mengubah protein inang menjadi protein versi prion.

Sebuah hipotesis menjelaskan bahwa prion merupakan versi “salah lipat” dari suatu protein yang biasanya terdapat di sel otak. Jika suatu prion melakukan kontak dengan “kembarannya” (protein yang normal), prion dapat menginduksi protein normal tersebut menjadi bentuk abnormal. Reaksi ini berantai dan berlanjut terus hingga prion terakumulasi dalam jumlah yang membahayakan, menyebabkan malfungsi seluler, dan pada akhirnya menyebabkan terjadinya degenerasi otak.

Penyakit degenerasi sistem saraf pusat (otak) yang disebabkan oleh prion, antara lain skrapie pada domba, mad cow disease (penyakit sapi gila), BSE (*bovine spongiform encephalopathy*) pada sapi, penyakit CJD (*Creutzfeldt-Jakob disease*) pada manusia, penyakit kuru di Papua New Guinea, GSSD (*Gerstmann-Straussler-Scheinker disease*), serta penyakit FFI (fatal familial insomnia) atau penyakit susah tidur yang mematikan pada manusia.

Penyakit BSE pada sapi diduga akibat pemberian pakan ternak MBM (*meat bone meal*) yang terbuat dari jeroan hewan untuk memacu produksi susu dan daging. Orang yang mengonsumsi jeroan sapi yang terinfeksi dikhawatirkan dapat tertular penyakit ini. Sementara itu, penyakit kuru di Papua New Guinea, sekitar tahun 1950, disebabkan oleh praktik kanibalisme, dengan memakan otak dari musuh yang terbunuh. Namun, sejak ritual kanibalisme tersebut dilarang, penyakit kuru tidak pernah muncul lagi. (Irnaningtyas, 2016, hlm.106-110).

H. HASIL PENELITIAN TERDAHULU YANG RELEVAN

Multimedia interaktif merupakan media pembelajaran yang termasuk ke dalam kelompok yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Peneliti ingin mengetahui bagaimana penggunaan pembelajaran Multimedia dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi konsep virus. Sebelum dilakukan penelitian, telah ada penelitian yang dilakukan terlebih dahulu oleh peneliti lain. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Angel Susiana Sri Harningsih dan Efendi Napitupulu (2014) dengan judul “Penggunaan Multimedia Pembelajaran Interaktif dan Kreativitas Terhadap Hasil Belajar Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)” ternyata hasilnya menunjukkan terjadinya peningkatan hasil belajar siswa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan

Zahara Nurlia, Djufri, Muhibuddin (2014) dengan judul “Optimalisasi Pembelajaran dengan E-Book dan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Pada Materi Dunia Tumbuhan” ternyata hasilnya menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa pada materi dunia tumbuhan menggunakan media pembelajaran berbasis multimedia.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penggunaan media pembelajaran multimedia ternyata menunjukkan hasil yang positif yang berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Oleh sebab itu, peneliti ingin mencoba penelitian lebih lanjut dari media pembelajaran interaktif seperti multimedia berbasis animasi, untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektifitas dari multimedia berbasis animasi dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

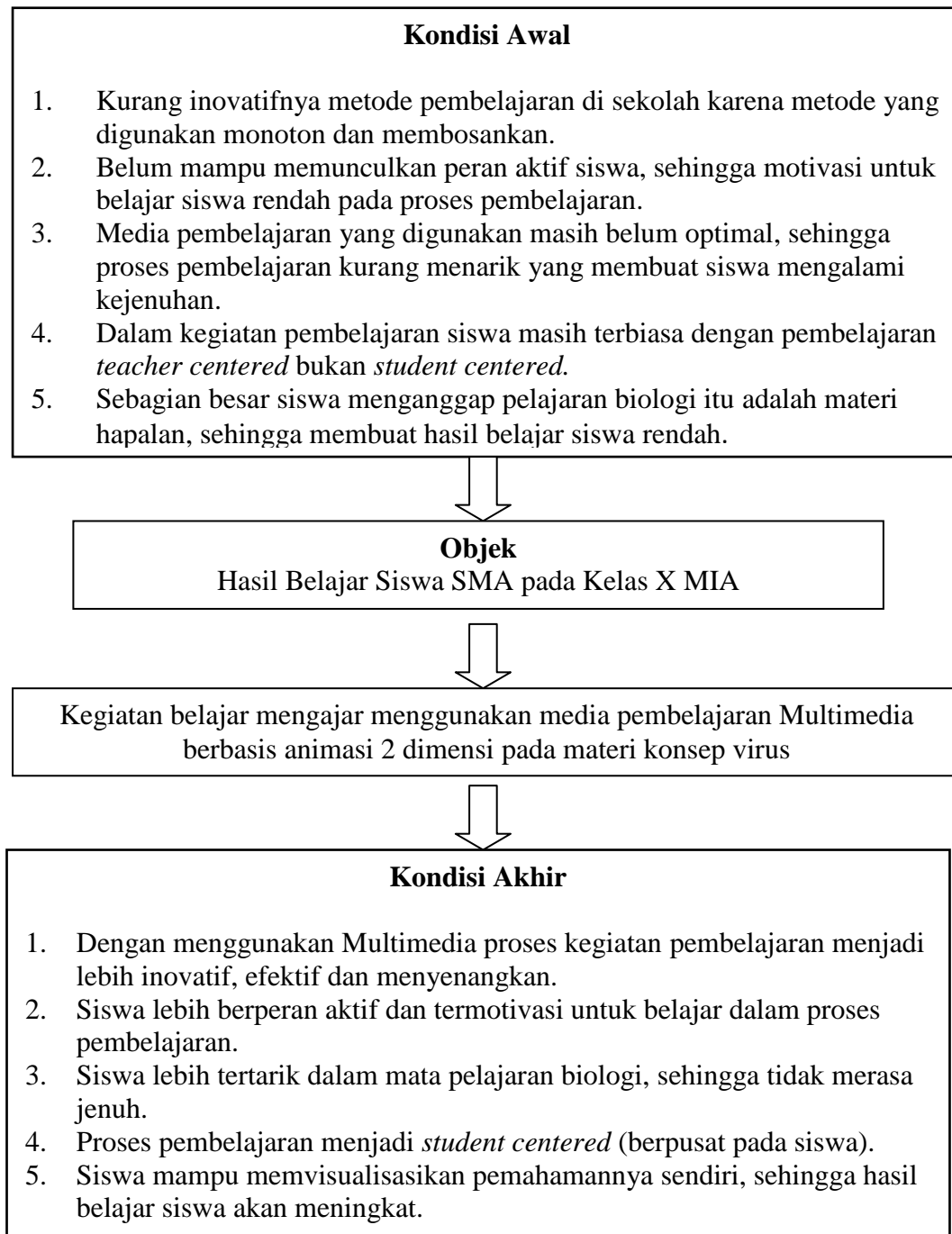
I. KERANGKA PEMIKIRAN

Hasil belajar Biologi masih tergolong masih rendah dibandingkan mata pelajaran lain. Karena, masih banyak siswa yang sulit mendapatkan nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), mengingat bahwa salah satu mata pelajaran yang masuk ke dalam Ujian Nasional adalah mata pelajaran Biologi. Penggunaan pembelajaran konvensional dan kontekstual kurang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran biologi, Karena kebanyakan siswa menganggap mata pelajaran biologi merupakan pelajaran menghafal. Oleh karena itu, perlu diadakannya penelitian mengenai salah satu materi pada pelajaran biologi, salah satunya adalah materi konsep virus.

Pembelajaran biologi juga menekankan pentingnya keseimbangan kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Dengan demikian pembelajaran biologi dituntut menjadi suatu pembelajaran yang berkelanjutan, dimulai dengan meningkatkan pengetahuan tentang metode ilmiah, keterampilan, menyajikan suatu permasalahan dan menyelesaikannya, serta bermuara pada pembentukan sikap objektif, jujur, teliti, kritis, dan kreatif. Sehingga kegiatan pembelajaran memerlukan media pembelajaran yang tepat untuk membantu proses pembelajaran menjadi lebih

menarik dan memudahkan pemahaman terhadap materi terutama materi yang bersifat abstrak membutuhkan visualisasi (Nurhayanti dan Wijayanti, 2017, hlm iv).

Pada penelitian ini, subjek penelitian adalah X MIA C dan X MIA D di SMA Angkasa Bandung. Peneliti menemukan permasalahan pada proses pembelajaran biologi pada materi virus, dengan kondisi awal diantaranya kurang inovatifnya metode pembelajaran di sekolah karena metode yang digunakan monoton dan membosankan. Belum mampu memunculkan peran aktif siswa, sehingga motivasi untuk belajar siswa rendah pada proses pembelajaran. Media pembelajaran yang digunakan masih belum optimal, sehingga proses pembelajaran kurang menarik yang membuat siswa mengalami kejenuhan, dalam kegiatan pembelajaran siswa masih terbiasa dengan pembelajaran *teacher centered* bukan *student centered* dan sebagian besar siswa menganggap pelajaran biologi itu adalah materi hapalan, sehingga membuat hasil belajar siswa rendah. Oleh karena itu, diperlukan pembelajaran multimedia berbasis animasi, diharapkan kondisi awal yang telah dipaparkan akan mengalami peningkatan dan perubahan. Khususnya meningkatkan motivasi belajar siswa yang akan berdampak pada hasil belajarnya.



Gambar 2.11 Bagan Kerangka Pemikiran

J. ASUMSI DAN HIPOTESIS

1. Asumsi

Proses pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif pada proses kegiatan pembelajaran menjadi lebih inovatif, efektif dan menyenangkan, siswa lebih berperan aktif dan tertarik dalam mata pelajaran biologi sehingga tidak merasa jenuh, kegiatan pembelajaran menjadi lebih optimal karena pembelajaran menjadi student centered (berpusat pada siswa), sehingga dapat menumbuhkan motivasi untuk belajar biologi yang akan berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Menurut Husaini (2013) dalam jurnal Herianto, dkk (2017) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar antara menggunakan multimedia interaktif dengan menggunakan modul, dimana multimedia interaktif lebih efektif daripada modul pembelajaran. Dan Milovanovic, dkk (2013) dalam jurnal Syahdiani, dkk (2015) menyatakan bahwa ada hasil positif yang signifikan pembelajaran dengan menggunakan Multimedia Interaktif dibandingkan dengan menggunakan metode pembelajaran konvensional.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi yang telah peneliti paparkan, maka hipotesis penelitian ini adalah terdapat peningkatan hasil belajar siswa pada pembelajaran berbasis multimedia pada materi virus.