

BAB II

**BELAJAR, PEMBELAJARAN, HASIL BELAJAR, MULTIMEDIA,
PROJECT BASED LEARNING, POWER POINT, CERAMAH**

Penelitian yang berjudul perbandingan multimedia berbasis *project based learning* dengan *power point* berbasis ceramah terhadap hasil belajar pada konsep virus di SMA Pasundan 1 Bandung, memerlukan kajian teori yang mendukung dalam penelitian tersebut diantaranya adalah:

A. Belajar

Belajar adalah suatu proses aktif dimana siswa membangun (mengkonstruksi) pengetahuan baru berdasarkan pada pengalaman/ pengetahuan yang sudah dimilikinya (Jerome Brunner, *dalam* Trianto, 2014: 17). Belajar bukan semata-mata mentransfer pengetahuan yang ada di luar dirinya, melainkan belajar lebih pada bagaimana otak memproses dan menginterpretasikan pengalaman yang baru dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya dalam format yang baru. Belajar secara umum diartikan sebagai perubahan pada individu yang terjadi melalui pengalaman, dan bukan karena pertumbuhan atau perkembangan tubuhnya atau karakteristik seseorang sejak lahir (Trianto, 2014: 18).

Menurut Amri (2013: 24) belajar merupakan suatu proses memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam wujud perubahan tingkah laku dan kemampuan bereaksi yang relatif permanen atau menetap karena adanya interaksi individu dengan lingkungannya. Belajar dihasilkan dari pengalaman dengan

lingkungan, yang didalamnya terjadi hubungan-hubungan antara stimulus-stimulus dan respons-respons.

Berdasarkan pemaparan definisi belajar dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu proses dimana seseorang mengalami perubahan, perubahan yang dimaksud berupa pengetahuan, pemahaman, keterampilan, kebiasaan yang baru dan perubahan perilaku. Perubahan perilaku tersebut dari belum tahu menjadi tahu, dari tidak paham menjadi paham, dari kurang terampil menjadi lebih terampil, dan dari kebiasaan lama menjadi kebiasaan baru, serta bermanfaat bagi lingkungan maupun individu itu sendiri.

B. Pembelajaran

Pembelajaran merupakan aspek kegiatan manusia yang kompleks, yang tidak sepenuhnya dapat dijelaskan. Pembelajaran secara simpel dapat diartikan sebagai produk interaksi berkelanjutan antara pengembangan dan pengalaman hidup. Dalam makna yang lebih kompleks, pembelajaran hakikatnya adalah usaha sadar dari seorang guru untuk membelajarkan siswanya (mengarahkan interaksi siswa dengan sumber belajar lainnya) dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan (Trianto, 2014: 19).

Menurut Sudjana (2007: 57) pembelajaran dapat diartikan sebagai setiap upaya yang sistematis dan sengaja untuk menciptakan agar terjadi kejadian interaksi *educatif* antara dua pihak, yaitu antara peserta didik (warga belajar) dan pendidik (sumber belajar) yang melakukan kegiatan membelajarkan.

Berdasarkan pemaparan definisi pembelajaran dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan interaksi dua arah dari seorang guru dan peserta didik,

dimana antara keduanya terjadi komunikasi (transfer) yang intens dan terarah untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

C. Hasil Belajar

1. Definisi

Hasil belajar anak didik adalah sebagai hasil pencapaian anak didik yang dicapai dalam waktu tertentu (Purwanto, *dalam* Wirasana, dkk., 2014: 4). Terlihat disini bahwa hasil diperoleh setelah ada kegiatan belajar yang dilakukan anak didik dan kegiatan belajar yang dilakukan oleh guru. Menurut Hardana (*dalam* Wirasana, dkk., 2014: 4) bahwa hasil belajar ialah kemampuan yang dimiliki anak didik setelah menerima pengalaman belajar. Hasil belajar tersebut dicapai setelah melalui proses dan kegiatan. Dari sekian definisi yang telah dikemukakan diatas, terdapat suatu kesesuaian umum yaitu hasil belajar merupakan tingkat keberhasilan yang dicapai oleh anak didik setelah melakukan kegiatan belajar selama jangka waktu tertentu mengenai aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap yang terlihat pada perubahan tingkah laku dan kemampuan yang dimiliki oleh anak didik.

Menurut Sudjana (2009: 22) hasil belajar ialah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Sedangkan pengertian hasil belajar yang lainnya adalah hasil proses pembelajaran yang diperoleh berdasarkan tindakan guru sebagai suatu upaya pencapaian tujuan pengajaran (Dimiyati dan Mudjiono, 2006: 17).

Berdasarkan pemaparan definisi hasil belajar dapat disimpulkan bahwa hasil belajar suatu gambaran hasil dari tujuan-tujuan yang harus dicapai dalam

pembelajaran suatu konsep tertentu telah tercapai yang terjadi perubahan tingkah laku pada diri seseorang yang dapat di amati dan di ukur bentuk pengetahuan, sikap dan keterampilan.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Menurut Amri (2013: 25) ada dua faktor yang mempengaruhi hasil belajar yaitu:

a. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang berada dalam diri individu yang sedang belajar yang meliputi faktor jasmaniah (kesehatan dan cacat tubuh) dan faktor psikologis (intelegensi, perhatian, minat, bakat, motif, kematangan, dan kelelahan).

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah faktor yang berada di luar individu yang sedang belajar. Faktor eksternal, meliputi:

1) Faktor Keluarga

Antara lain: cara orangtua mendidik, relasi antar anggota keluarga, suasana rumah, keadaan ekonomi keluarga, pengertian orangtua, latar belakang kebudayaan.

2) Faktor Sekolah

Antara lain: metode mengajar, kurikulum, relasi antara guru dan siswa, relasi antar siswa, disiplin sekolah, pelajaran, waktu, standar pelajaran, keadaan gedung, metode belajar, dan tugas rumah.

D. Multimedia dalam Pembelajaran Biologi

Menurut Achmadi (2014: 41) media adalah alat saluran komunikasi. Kata media berasal dari bahasa Latin, yang merupakan bentuk jamak dari kata medium. Secara harfiah, media berarti perantara, yaitu perantara antara sumber pesan (*a source*) dengan penerima pesan (*a receiver*). Beberapa hal yang termasuk ke dalam media adalah film, televisi, diagram, media cetak (*printed material*), computer, instruktur, dan lain sebagainya. Sedangkan multimedia dapat diartikan sebagai penggunaan beberapa media yang berbeda untuk menggabungkan dan menyampaikan informasi dalam bentuk teks, audio, grafis, animasi, dan video (Suheri, 2006: 29). Suheri (2006: 30) mengemukakan bahwa multimedia memiliki beberapa objek, diantaranya:

- a. Teks, bentuk yang paling mudah dan efektif untuk menyampaikan pesan atau informasi.
- b. Grafis, bentuk berupa gambar yang digunakan untuk menyampaikan pesan.
- c. Sound, bentuk objek yang ditangkap dengan sistem pendengaran.
- d. Video, bentuk objek yang ditangkap dengan system penglihatan.
- e. *Hybrid*, bentuk campuran atau penggabungan objek multimedia seperti Audio dan Video.
- f. Animasi, berupa kumpulan gambar yang diolah sedemikian rupa sehingga muncul pergerakan.

E. Model Pembelajaran *Project Based Learning*

1. Definisi

Menurut Joyce (*dalam* Trianto, 2014: 23) model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau suatu pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan pembelajaran di kelas atau pembelajaran dalam tutorial dan untuk menentukan perangkat-perangkat pembelajaran termasuk didalamnya buku, film, komputer, kurikulum, dan lain-lain. Selanjutnya setiap model pembelajaran mengarahkan kita ke dalam mendesain pembelajaran untuk membantu peserta didik sedemikian rupa, sehingga tujuan pembelajaran tercapai. Model pembelajaran tersebut yang melibatkan peserta didik dalam memecahkan masalah dan puncaknya menghasilkan produk adalah pembelajaran berbasis proyek.

Pembelajaran berbasis proyek adalah suatu pendekatan pendidikan yang efektif yang berfokus pada kreatifitas berfikir, pemecahan masalah, dan interaksi antara siswa dengan kawan sebaya mereka untuk menciptakan dan menggunakan pengetahuan baru (Wirasana, dkk., 2014: 3). Menurut Buck Institute for Education (*dalam* Trianto, 2014: 41) *project based learning* adalah model pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam kegiatan pemecahan masalah dan memberi peluang peserta didik bekerja secara otonom mengkontruksi belajar mereka sendiri, dan puncaknya menghasilkan produk karya siswa bernilai dan realistik.

Berdasarkan pemaparan definisi model pembelajaran berbasis proyek dapat disimpulkan bahwa *project based learning* merupakan suatu pendekatan

yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam memecahkan masalah, dan pada puncaknya menghasilkan produk karya siswa yang bernilai.

Susanti (*dalam* Trianto, 2014: 48) menyebutkan beberapa kelebihan dari *project based learning*, diantaranya:

- a. Meningkatkan motivasi, di mana siswa tekun dan berusaha keras dalam mencapai proyek dan merasa bahwa belajar dalam proyek lebih menyenangkan daripada komponen kurikulum yang lain.
- b. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dari berbagai sumber yang mendeskripsikan lingkungan belajar berbasis proyek membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem yang kompleks.
- c. Meningkatkan kolaborasi, pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan siswa mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi. Teori-teori kognitif yang baru dan konstruktivistik menegaskan bahwa belajar adalah fenomena sosial, dan bahwa siswa akan belajar lebih di dalam lingkungan kolaboratif.
- d. Meningkatkan keterampilan mengelola sumber, bila diimplementasikan secara baik maka siswa akan belajar dan praktik dalam mengorganisasi proyek, membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas.

2. Langkah-langkah Pembelajaran Berbasis Proyek

Langkah-langkah pembelajaran dalam *project based learning* menurut George (*dalam* Trianto, 2014: 52) terdiri dari:

- a. Dimulai dengan pertanyaan yang esensial

Mengambil topik sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan suatu investigasi mendalam. Pertanyaan esensial diajukan untuk memancing pengetahuan, tanggapan, kritik dan ide peserta didik mengenai tema proyek yang akan diangkat.

b. Perencanaan aturan pengerjaan proyek

Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

c. Membuat jadwal aktivitas

Pendidik dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Jadwal ini disusun untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek.

d. *Me-monitoring* perkembangan proyek peserta didik

Pendidik bertanggung jawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek. *Monitoring* dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses.

e. Penilaian hasil kerja peserta didik

Penilaian dilakukan untuk membantu pendidik dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang usah dicapai peserta didik, membantu pendidik dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

f. Evaluasi pengalaman belajar peserta didik

Pada akhir proses pembelajaran, pendidik dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek.

F. Power Point

Menurut Noryati (2014: 109) media *power point* adalah media yang digunakan untuk menjelaskan suatu materi/ pesan yang dikemas dalam sebuah program komputer dan disajikan melalui perangkat alat saji.

Pemanfaatan media *power point* dikembangkan oleh Microsoft Inc. Pemanfaatan *power point* atau perangkat lunak lainnya dalam *power point* menyebabkan kegiatan *power point* menjadi sangat mudah, dinamis dan sangat menarik. Kebutuhan ini dapat kita peroleh dari produk program Microsoft *Power Point*. Program ini menyediakan banyak fasilitas untuk membuat suatu *power point*.

Menurut Noryati (2014: 109) ada beberapa kelebihan dari multimedia *power point* ini, yaitu :

1. Mampu menampilkan obyek-obyek yang sebenarnya tidak ada secara fisik.
2. Memiliki kemampuan dalam menggabungkan semua unsur media seperti teks, video, animasi, image, grafik dan suara menjadi satu kesatuan penyajian yang terintegrasi.

3. Memiliki kemampuan dalam mengakomodasi peserta didik sesuai dengan modalitas belajarnya.
4. Mampu mengembangkan materi pembelajaran terutama membaca dan mendengarkan secara mudah. Pertama, pada pengembangan materi pembelajaran keterampilan membaca, program aplikasi *power point* dapat dibuat guru (presenter) dengan cara memasukkan teks dalam slide pertama, kemudian memasukkan latihan dalam slide kedua dan umpan balik latihan dalam slide berikutnya. Untuk memperindah tampilan teks-teks bacaan juga bisa dilengkapi dengan berbagai gambar. Kedua, pada pengembangan materi pembelajaran keterampilan mendengar, guru dapat membuat bahan pembelajaran dengan video atau audio. Seperti halnya pada membaca materi pembelajaran, latihan-latihan dan umpan balik dapat diberikan di slide-slide yang berbeda.

G. Metode Ceramah

Menurut Roestiyah (2001: 137) mengatakan metode ceramah adalah suatu cara mengajar yang digunakan untuk menyampaikan keterangan atau informasi atau uraian tentang suatu pokok persoalan serta masalah secara lisan.

Metode ceramah boleh dikatakan metode tradisional, karena sejak dulu metode ini telah digunakan sebagai alat komunikasi lisan antara guru dengan anak didik dalam proses belajar mengajar. Metode ini banyak menuntut keaktifan guru daripada anak didik, tetapi metode ini tetap tidak bisa ditinggalkan begitu saja dalam proses pembelajaran (Djamarah, 2010: 97).

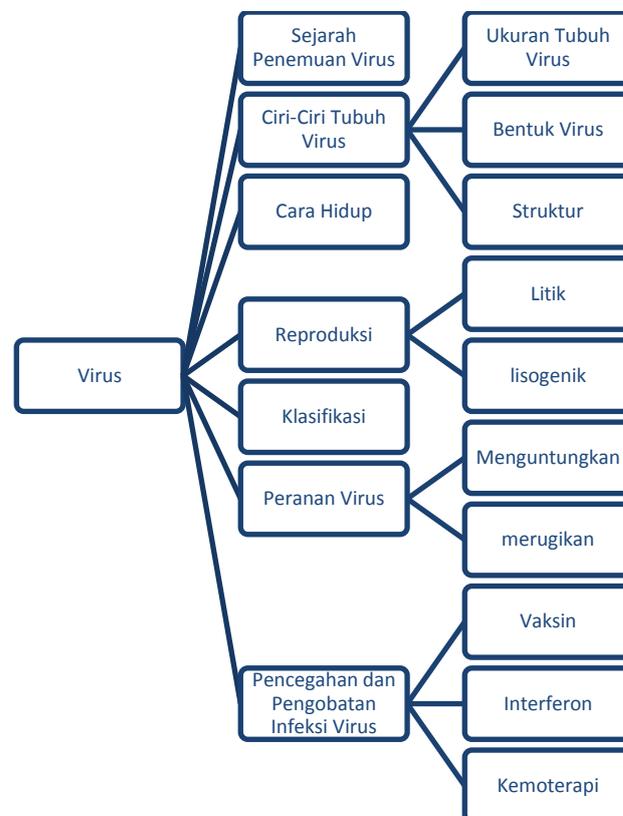
Berdasarkan pemaparan definisi metode ceramah dapat disimpulkan bahwa metode ceramah merupakan cara mengajar yang dilakukan dengan komunikasi lisan yang lebih dominan keaktifan guru yang muncul daripada peserta didik dalam proses pembelajaran.

H. Analisis dan Pengembangan Materi Pelajaran yang akan Diteliti

Beberapa aspek yang akan dibahas pada materi Virus, diantaranya adalah keluasan dan kedalaman materi, karakteristik materi, bahan dan media pembelajaran, strategi pembelajaran dan sistem evaluasi pembelajaran.

1. Keluasan dan Kedalaman Materi

a. Peta Konsep Virus



Gambar 2.1 Peta Konsep Virus
Sumber: Irnaningtyas (2014: 86)

b. Pengertian Virus

Kata virus berasal dari bahasa latin virion yang berarti racun, yang pertama kali digunakan di Bahasa Inggris tahun 1392. Virus adalah organisme aseluler (tidak memiliki sel). Virus tidak dapat diklasifikasikan sebagai sel karena virus tidak memiliki nukleus dan sitoplasma (Ardiansyah, 2012). Virus merupakan parasit yang berukuran mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis. Istilah virus biasanya merujuk pada partikel-partikel yang menginfeksi sel-sel eukariota (organisme multisel dan banyak jenis organisme sel tunggal). Virus tidak memiliki sel dan hal hal-hal umumnya dapat dilakukan oleh makhluk hidup (Pratiwi, 2014: 50).

c. Kedudukan Virus dalam Ilmu Pendidikan

Kedudukan virus dalam ilmu pendidikan adalah virus dimanfaatkan dalam bidang kesehatan. Penerapan virus sebagai salah satu cabang ilmu biologi dapat dimanfaatkan dalam hal kesehatan yang di dalam dapat memproduksi antitoksin, untuk menyerang patogen dan untuk memproduksi vaksin.

d. Sejarah Penemuan Virus

Istilah penemuan virus berasal dari bahasa latin yang berarti **racun**. Virus ditemukan pertama kali oleh ilmuwan Jerman, **Adolf Mayer**, pada tahun 1883 ketika sedang meneliti penyebab penyakit mosaik pada tanaman tembakau. Penyakit mosaik tersebut menyebabkan bercak-bercak pada daun tembakau sehingga menghambat pertumbuhan tanaman, oleh karena itu disebut “mosaik”. Adolf Mayer berhasil memindahkan penyakit tersebut dari tanaman yang sakit ke

tanaman lain yang masih sehat dengan menyemprotkan getah yang dieksekresikan dari daun tanaman sakit ke tanaman sehat. Tanaman sehat itu pun menjadi sakit. Melalui pengamatan di mikroskop, Mayer tidak dapat melihat bentuk bakteri penyebab penyakit tersebut. Mayer menduga bahwa penyakit mosaik tersebut disebabkan oleh bakteri yang lebih kecil dari biasanya, yang tidak dapat diamati dengan mikroskop biasa.

Satu dasawarsa kemudian (tahun 1892), seorang ilmuwan Rusia bernama **Dimitri Ivanowsky** melakukan percobaan menyaring getah tanaman tembakau berpenyakit dengan saringan yang didesain khusus untuk menyaring bakteri. Kemudian hasil saringan ditularkan pada tanaman sehat. Ternyata, filtrat asih menimbulkan penyakit mosaik pada tembakau sehat. Seperti halnya Mayer, Ivanosky berkesimpulan bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri patogenik yang sangat kecil atau bakteri penghasil toksin yang dapat melewati saringan.

Pada tahun 1897, seorang ahli botani Belanda bernama **Martinus Beijerinck** melakukan eksperimen yang membuktikan bahwa agen penginfeksi yang terdapat di dalam getah tembakau dapat berkembang biak. Beijerinck menyemprotkan getah yang telah disaring ke tanaman lainnya. Setelah tanaman tersebut sakit, maka getahnya digunakan untuk menginfeksi tanaman berikutnya, dan seterusnya hingga beberapa kali pemindahan. Ternyata, kemampuan patogen tersebut tidak dapat dikembangbiakkan dalam medium nutrisi di dalam cawan petri dan tidak dapat dinonaktifkan dengan alkohol. Beijerinck memperkirakan agen

penginfeksi tersebut adalah partikel yang jauh lebih kecil dan lebih sederhana daripada bakteri. Ia menyebutnya sebagai **virus lolos saring** (*filterable virus*).

Pada tahun 1935, seorang ilmuwan Amerika, **Wendell Stanley**, berhasil mengkristalkan partikel penginfeksi tanaman tembakau tersebut, yang kemudian dikenal dengan nama *tobacco mosaic virus* (TMV). Penemuan Wendell Stanley bahwa virus dapat dikristalkan menjadi berita yang sangat menarik, tetapi sekaligus membingungkan. Sel makhluk hidup yang paling sederhana pun tidak dapat dikristalkan.

e. Ciri-Ciri Tubuh Virus

1) Ukuran Tubuh Virus

Menurut Irnaningtyas (2013: 89) untuk mengetahui ukuran tubuh virus, ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain sebagai berikut:

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 antaran 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 10-100nm.

Virus memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil antara lain 20-300nm (1nm= 1/ 1.000.000mm). 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 150-300nm atau lebih misalnya *Parainfluenza virus* yang menyerang saluran pernapasan, *Paramyxovirus* yang menyebabkan penyakit gondong, *Morbilivirus* yang menyebabkan penyakit campak, dan TMV yang menyebabkan penyakit mosaik pada tembakau.

2) Bentuk Virus

Bentuk tubuh virus bervariasi, antara berbentuk batang, bulat, oval (peluru), filamen benang, persegi banyak (polihedral), dan seperti huruf T. Virus 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 dan *Papovavirus* penyebab penyakit kutil. Virus yang berbentuk batang dengan ujung oval seperti peluru, misalnya *Rhabdovirus* yang menyebabkan penyakit rabies. Virus berbentuk filamen, misalnya virus *Ebola*.

3) Struktur Tubuh Virus

Struktur tubuh virus berbeda dengan sel organisme 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 sangat kecil, virus memiliki sifat benda mati karena terdiri atas partikel yang dapat dikristalkan. Partikel virus lengkap disebut **virion**.

Virus hanya akan menunjukkan sifat-sifat makhluk hidup (misalnya, bereproduksi) bila berada dalam sel 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 **kapsaid** dan **selubung ekor** (bagian terluar) serta **asam nukleat** (bagian dalam).

a) Kapsaid dan Selubung Ekor

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

Beberapa virus harus 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 *Sindbis*. 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 perantaraan 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**.

b) Asam Nukleat

Virus hanya mengandung satu jenis asam nukleat; DNA atau RNA. Virus yang mengandung DN, antara lain *Parvovirus*, *Papovavirus*, *Adenovirus*, 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 merupakan penyusun genom (kumpulan gen) yang berfungsi sebagai informasi genetik pada saat 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 mengandung ratusan gen. Selain asam nukleat, beberapa virus mempunyai sejumlah kecil enzim di dalam virionnya. Misalnya, *Poxvirus* memiliki 15 jenis enzim yang berfungsi pada siklus replikasi virus di dalam sel inang.

f. Cara Hidup dan Reproduksi Virus

1) 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 maupun 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 sempit, misalnya bakteriofag yang hanya mampu menginfeksi bakteri *Escherichia coli*.

Virus yang menyerang sel eukariota (sel yang memiliki membran inti) biasanya hanya menyerang jaringan tertentu. Contohnya, virus HIV hanya menyerang sel darah putih tertentu yang disebut limfosit T CD4. Virus influenza yang 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 yang menyebabkan penyakit pada tanaman biasanya menular melalui vektor serangga.

2) Reproduksi Virus

Virus berkembang biak dengan cara **replikasi** (perbanyak diri) di dalam sel inang. Energi dan bahan untuk sintesis protein virus berasal dari sel inang. Asam nukleat virus membawa informasi genetik untuk menyandikan semua makromolekul pembentuk virus di dalam sel inang sehingga virus baru yang terbentuk memiliki sifat yang sama dengan virus induk. Ciri yang menunjukkan virus bereproduksi adalah begitu berinteraksi dengan sel inang, maka virion akan pecah dan terbentuk partikel-partikel turunan virus. Keberhasilan virus dalam bereproduksi bergantung pada jenis virus dan kondisi ketahanan sel inang.

Reproduksi virus terdiri atas lima tahap, yaitu tahap adsorpsi, tahap penetrasi, tahap sintesis (eklifase), tahap pematangan, dan tahap lisis (Irnaningtyas, 2013: 94).

a) Tahap Adsorpsi

Virion (partikel pelengkap virus) menempel pada bagian reseptor spesifik sel inang dengan menggunakan serabut ekornya. **Resepor** merupakan molekul khusus pada membran sel inang yang dapat berinteraksi dengan virus. Molekul-

molekul reseptor untuk setiap jenis virus berbeda-beda, dapat berupa protein untuk *Picornavirus*, atau oligasakarida untuk *Orthomyxovirus* dan *Paramyxovirus*. Ada atau tidaknya reseptor menentukan patogenesis virus (mekanisme infeksi dan perkembangan penyakit), misalnya virus polio hanya dapat melekat pada sel susunan saraf pusat dan saluran usus primata. Virus HIV berkaitan dengan reseptor T CD4 pada sel sistem imun. Virus rabies diduga berinteraksi dengan reseptor asetilkolin.

b) Tahap Penetrasi

Pada tahap penetrasi, selubung ekor berkontak untuk membuat lubang yang menembus dinding dan membran sel. Selanjutnya, virus menginjeksikan materi genetiknya ke dalam sel inang sehingga kapsid virus menjadi kosong (mati).

c) Tahap Sintesis (Ekifase)

Pada tahap sintesis, DNA sel inang dihidrolisis dan dikendalikan oleh materi genetik virus untuk membuat asam nukleat (salinan genom) dan protein komponen virus.

d) Tahap Pematangan

Hasil sintesis berupa asam nukleat dan protein dirakit menjadi partikel-partikel virus yang lengkap sehingga terbentuk virion-virion baru.

e) Tahap Lisis

Fag menghasilkan **lisozim**, yaitu enzim perusak dinding sel inang. Rusaknya dinding sel inang mengakibatkan terjadinya osmosis ke dalam sel

inang, sehingga sel inang membesar dan akhirnya pecah. Partikel virus baru yang keluar dari sel akan menyerang sel inang lainnya.

(1) Siklus litik

Siklus litik terjadi bila sel inang lebih lemah dibandingkan daya infeksi virus sehingga tahap adsorpsi, penetrasi, sintesis, pematangan, dan lisis dapat berlangsung secara cepat. Virus yang mampu bereproduksi dengan siklus litik disebut **virus litik**. Pada siklus litik sel inang akan pecah dan mati serta terbentuk virion-virion baru.

(2) Siklus lisogenik

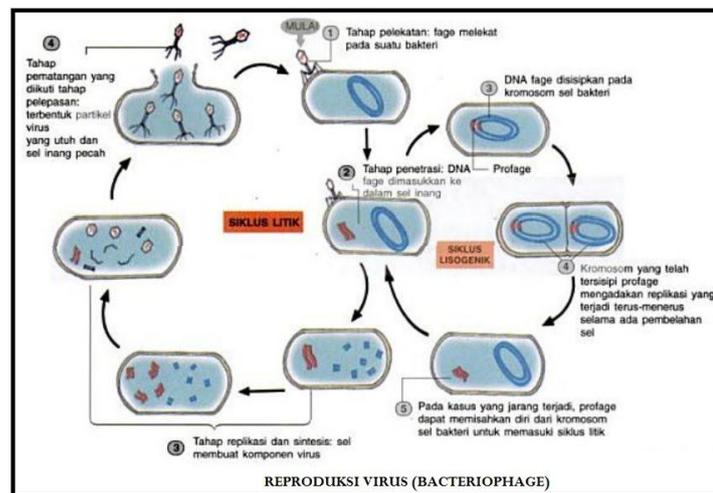
Siklus lisogenik terjadi bila sel inang memiliki pertahanan yang lebih baik dibandingkan daya infeksi virus sehingga sel inang tidak segera pecah, bahkan dapat bereproduksi secara normal (membelah diri). Pada siklus lisogenik, terjadi replikasi genom virus, tetapi tidak menghancurkan sel inang. DNA fag berinteraksi ke dalam kromosom sel inang membentuk **profag**. Bila sel inang yang mengandung profag membelah diri untuk bereproduksi, maka profag dapat diwariskan kepada kedua sel anaknya.

Profag di dalam sel anak inang dapat menjadi aktif dan keluar dari kromosom inang untuk memasuki tahap-tahap dalam siklus litik. Virus yang dapat bereproduksi dengan siklus lisogenik dan litik disebut **virus temperata**, misalnya fag λ . Fag λ mirip dengan fag T4, tetapi ekornya hanya memiliki satu serabut ekor yang lebih pendek.

Pada siklus lisogenik terjadi peristiwa berikut.

- (a) Tidak terbentuk virion baru.

- (b) Sel inang mengandung profage (gabungan DNA virus dengan kromosom sel inang).
- (c) Sel inang tidak rusak atau tidak mati, bahkan dapat membelah diri.



Gambar 2.2 Siklus Litik dan Lisogenik

(Sumber: <http://www.ebiologi.com/2016/03/tahapan-reproduksi-virus-litik-lisogenik.html>)

g. Klasifikasi Virus

Menurut Irnaningtyas (2013: 97) pengelompokan virus biasanya dilakukan untuk suatu kepentingan tertentu. Sejumlah informasi mengenai sifat-sifat virus dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi, namun tidak semua virus memiliki informasi yang cukup untuk setiap kategori. Dasar yang digunakan untuk klasifikasi virus, antara lain sebagai berikut.

1. Jenis asam nukleat.
2. Ukuran, morfologi, jenis simetri, jumlah kapsomer, dan ada atau tidaknya membran.
3. Kerentanan terhadap pengaruh kimia dan fisika.

4. Kandungan enzim tertentu yang dimiliki.
5. Sifat imunologiks.
6. Jenis sel inang (kesesuaian reseptor).
7. Cara penularan secara alamiah.
8. Semtomatologi (penyakit yang ditimbulkan).

Menurut sistem ICTV (*International Committee on Taxonomy of Viruses*), terdapat tiga tingkatan takson dalam klasifikasi virus, yaitu famili, genus, dan spesies. Pemberian nama pada famili menggunakan akhiran **–viridae**, nama genus dengan akhiran dengan **–virus**. nama genus dan spesies dicetak miring.

Contoh klasifikasi virus.

- a) Famili: Poxviridae
 Genus : *Orthopoxvirus*
 Spesies: *Variola virus* (penyebab cacar)
- b) Famili : Picornaviridae
 Genus : *Enterovirus*
 Species: *Poliovirus* (penyebab polio)

h. Peranan Virus dalam Kehidupan

1) 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 ini beberapa manfaat virus bagi manusia (Irnaningtyas, 2013: 98).

- a) Dalam teknologi rekayasa genetika (manipulasi informasi genetik), misalnya untuk terapi gen. Tetapi gen merupakan upaya perbaikan informasi genetik dengan memperbaiki susunan basa nitrogen pada untaian DNA di dalam gen. Salah satu keberhasilan teknik ini adalah memperbaiki kelainan genetik ADD (*adenosine diaminase deficiency*) yang menyebabkan seseorang tidak mendapatkan enzim AD (*adenosine deaminase*). Dalam teknik terapi gen, *Retrovirus* digunakan sebagai vektor untuk memasukkan gen pengkode enzim AD ke dalam sel limfosit T yang abnormal.
- b) Pembuatan vaksin protein. Selubung virus dapat digunakan sbagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respons kekebalan tubuh melawan suatu penyakit.
- c) Untuk pengobatan secara biologis, yaitu dengan melemahkan atau membunuh bakteri, jamur, atau protozoa yang bersifat patogen, bakteriofag, misalnya dapat digunakan untuk membunuh bakteri patogen.
- d) Pemberantasan serangga, hama. Beberapa virus hidup parasit pada serangga. Virus tersebut dibiakkan dan digunakan untuk menyemprot serangga atau tanaman, misalnya *Baculovirus*. Sejak tahun 1950, *Baculovirus* digunakan sebagai bioinsektisida yang tidak mencemari lingkungan.
- e) Untuk membuat perangkat elektronik. Tim ilmuwan dari John Innes Center (pusat riset mikrobiologi di Inggris) berhasil menginokulasi partikel virus, kemudian mencampurnya dengan senyawa besi (Fe) untuk membuat kapasitor (alat penyimpan energi listrik).

2) Peranan Virus yang Merugikan

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

a) 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, campak (morbili), AIDS, poliomyelitis, tumor, kanker, karsinoma, kutil, demam berdarah, chikungunya, ebola, flu burung, dan SARS.

(1) Gondongan

Gondongan adalah penyakit pembengkakan kelenjar parotis (kelenjar ludah) yang dapat menular. Pembengkakan dan rasa nyeri akan lebih terasa ketika menelan makanan yang bersifat asam. Gondongan disebabkan *Paramyxovirus*.

(2) Herpes

Herpes adalah penyakit infeksi pada sel epitel. Setelah terjadi infeksi, virus tidak akan keluar dari tubuh dan tetap laten pada sel-sel saraf. Penyakit ini dapat menular melalui kontak langsung dengan cairan yang berasal dari jaringan epitel yang terinfeksi. Herpes disebut juga “demam lepuh”. Penyebabnya adalah virus herpes simplek (HSV-1 dan HSV-2).

(3) Cacar variola

Cacar variola disebabkan oleh virus variola. Masa inkubasi virus variola sekitar 12 hari. Selama 1-5 hari sebelumnya terjadi demam dan tubuh terasa lesu. Kemudian diikuti secara berturut-turut munculnya vesikula (gelembung) pada kulit, pustula (gelembung berisi nanah) yang membentuk kerak, kemudian lepas

meninggalkan bekas berupa parut warna merah muda yang secara lambat laun akan memudar. Untuk pencegahan penyakit cacar digunakan vaksin virus *Orthopoxvirus*.

(4) Cacar air varisela (*chickenpox*) dan herpes zoster (*shingles*)

Cacar air varisela merupakan penyakit ringan yang mudah menular, terutama pada anak-anak. Penyakit ini ditandai dengan timbulnya vesikula pada kulit dan selaput lendir. **Herpes zoster** adalah penyakit cacar yang diderita oleh orang dewasa dengan gejala sama seperti cacar air varisela; ditandai oleh adanya ruam vesikula di kulit. Keduanya disebabkan oleh virus varisela. Perbedaannya adalah cacar air varisela disebabkan infeksi pertama virus, sedangkan herpes zoster disebabkan pengaktifan kembali virus laten yang menetap di ganglia sensorik.

(5) Hepatitis

Hepatitis adalah penyakit gangguan fungsi hati dan saluran empedu yang dapat menyebabkan kematian. Penularan virus hepatitis dapat melalui cairan tubuh atau peralatan makanan dan minuman penderita. Terdapat penyakit hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, hepatitis D, dan hepatitis E. Penyakit hepatitis A disebabkan oleh virus HAV dari genus *Heparnavirus*. Penyakit hepatitis B disebabkan oleh virus HBV dari genus *Orthohepadnavirus*. Penyakit hepatitis C disebabkan oleh virus HCV dari genus *Hepacivirus*. Penyakit hepatitis D disebabkan oleh virus HDV dari genus *Deltavirus*. Penyakit hepatitis E disebabkan oleh virus HEV dari genus *Herpesvirus*.

(6) Influenza dan parainfluenza

Influenza merupakan penyakit pernapasan yang terkadang merupakan wabah di beberapa bagian dunia. Gejala influenza timbul mendadak dengan gejala tubuh menggigil, sakit kepala, batuk kering, demam, dan nyeri otot menyeluruh. Influenza disebabkan oleh kelompok virus *Orthomyxovirus* yang berbentuk bulat dengan diameter 100nm. Virus influenza menyerang sel-sel pernapasan dan mudah menyebar dari orang ke orang saat penderita batuk, bersin, atau melalui kontak tangan yang terkontaminasi.

Parainfluenza juga merupakan penyakit saluran pernapasan yang umum diderita oleh manusia dari segala usia. Namun, penyakit ini lebih sering diderita oleh bayi dan anak-anak. Parainfluenza disebabkan oleh *Parainfluenza virus*, dengan masa inkubasi 2-6 hari. Virus ini juga menular melalui udara. Infeksi hanya terjadi pada epitel saluran pernapasan hidung dan tenggorokan sehingga menyebabkan sindrom batuk pilek yang tidak berbahaya.

(7) Campak (morbili)

Penyakit campak disebabkan oleh *Morbillivirus*. Masa inkubasi virus ini 7-11 hari dengan gejala demam, bersin, batuk pilek, mata merah, dan timbul ruam bercak coklat pada kulit, penyakit campak dapat menular, namun satu kali infeksi dapat memberikan kekebalan seumur hidup. Campak bersifat endemik dan kira-kira berulang setiap 2-3 tahun. Pencegahannya dilakukan dengan cara pemberian vaksin.

(8) AIDS

AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*) merupakan penyakit hilangnya sistem kekebalan tubuh. Penyakit AIDS dilaporkan pertama kali sampai di Amerika pada tahun 1981, sedangkan isolasi virus dilakukan pada akhir tahun 1983. Penyakit ini disebabkan oleh HIV (*human immunodeficiency virus*) dari genus *Lentivirus*, famili *Retroviridae*, subfamili *Lentivirinae* yang menyerang sel limfosit T CD4. Perjalanan infeksi HIV sangat khas, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama (sekitar 10 tahun); mulai dari stadium infeksi primer, penyebaran virus ke organ limfoid, masa laten klinik, timbulnya ekspresi HIV, penyakit klinik, dan kematian. Kematian biasanya terjadi 2 tahun setelah timbul penyakit klinik, ditandai dengan tidak adanya respons imun terhadap semua infeksi patogen. Gejala yang dapat dilihat, antara lain diare kronis, penurunan berat badan, rasa lelah, demam, sesak napas, dan bercak putih pada lidah. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seksual dengan penderita AIDS/orang yang positif HIV, penggunaan jarum suntik bekas oleh pengguna narkoba, transfusi darah yang tercemar HIV, dan ibu positif HIV yang menularkan kepada bayi yang dikandungnya, AIDS tidak menular melalui sentuhan biasa, misalnya berjabat tangan dengan penderita, persinggungan kulit, gigitan nyamuk, mencoba pakaian di toko, penggunaan toilet bersama, memegang alat minum atau gagang telepon, berenang di kolam renang umum, udara terbuka, dan makanan. Pada umumnya AIDS diderita oleh kaum homoseksual, pemakai narkoba jenis suntik, pasien yang sering menerima transfusi darah, pelaku seks bebas yang sering berganti pasangan, dan anak-anak yang dilahirkan dari wanita positif HIV

(9) Tumor, kanker, karsinoma, dan kutil

Tumor adalah jaringan yang terbentuk dari sel-sel dengan kecepatan pembelahan melebihi batas normal. Tumor ganas disebut **kanker**. **Karsinoma** adalah kanker pada jaringan lunak, misalnya pada membran. **Kutil** merupakan tumor jinak pada sel epitel kulit atau membran mukosa. Virus yang menyebabkan kanker pada manusia ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2.1 Hubungan Virus dengan Kanker pada Manusia

Famili virus	Virus	Kanker pada manusia
Papovaviridae	<i>Papillomavirus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tumor kelamin, kanker mulut rahim, dan penis • Karsinoma sel epitel skuamosa • Kutil
Hervessviridae	Virus <i>Epstein-Bar</i> (EB)	<ul style="list-style-type: none"> • Karsinoma nasofaring (rongga belakang hidung dan belakang langit-langit rongga mulut) • Limfoma sel B
	Herpes simpleks tipe-2	Karsinoma serviks
Hepadnaviridae	Hepatitis B	Karsinoma hepatoseluler
Retroviridae	Human T-Lymphotropic (HTL)	Leukemia sel T (sel darah putih)

(Sumber: Irnaningtyas, 2013: 102)

(10) Demam berdarah

Demam berdarah ditandai gejala tubuh menggigil dan sakit kepala. Rasa sakit segera timbul, khususnya pada punggung, sendi, otot, dan bola mata. Suhu badan kembali normal setelah 5-6 hari dan meningkat kembali 5-8 hari kemudian. Bercak-bercak merah akan timbul dan berlangsung selama 24-72 jam. Kadar trombosit dalam darah akan menurun dan kondisi paling parah adalah terjadinya pendarahan yang menyebabkan kematian. Demam berarah merupakan penyakit epidemi (wabah) di Filipina, India, dan Indonesia dengan angka kematian 5-10%. Demam berdarah disebabkan oleh virus dengue (*Flavivirus*) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

(11) Ebola

Ebola merupakan penyakit yang mematikan. Virus Ebola diketahui muncul pertama kali di Zaire, Afrika Tengah pada tahun 1976 dan diperkirakan ditularkan ke manusia melalui babi yang terinfeksi. Virus ini menyerang sel darah putih makrofag, jaringan fibroblas, kemudian menyebar ke organ-organ tubuh sehingga menyebabkan pendarahan dan kematian pada penderitanya.

(12) Flu burung

Penyakit flu burung atau *avian influenza* (AI) disebabkan oleh HPAIV (*highly pathogenic avian influenza virus*) yang pada awalnya hanya menyerang unggas. Namun, beberapa varian tertentu mengalami mutasi menjadi semakin ganas dan dapat menyerang babi dan manusia. Penyebab flu burung di Asia adalah kelompok virus tipe A dengan subtipe (strain) H5N1 yang sangat ganas. Virus ini berukuran 90-120 nanometer dan termasuk famili Orthomyxoviridae.

Masa inkubasi virus dalam tubuh inang antara 1-7 hari, dengan gejala demam, sakit tenggorokan, batuk, keluar lendir bening dari hidung, nyeri otot, sakit kepala, lemas, sesak napas, dan radang paru-paru (pneumonia). Penyakit ini dapat menyebabkan kematian dalam waktu yang sangat cepat. Virus dapat bertahan di air selama 4 hari pada suhu 22°C dan bertahan lebih dari 30 hari pada suhu 0°C tetapi mati pada pemanasan di atas 60°C selama 30 menit. Di dalam feses unggas, virus dapat bertahan hidup lebih lama. Penularan virus dapat melalui udara dan feses unggas. Penularan melalui konsumsi daging belum terbukti, namun perlu diperhatikan cara pengolahannya. Pastikan daging yang dikonsumsi benar-benar matang. Telur dengan cangkang yang kotor oleh feses

dan lendir unggas terinfeksi perlu diwaspadai, karena kemungkinan tercemar oleh virus flu burung. Sebaiknya, Anda tidak mengonsumsi telur mentah atau setengah matang.

Penyakit pada Hewan yang Disebabkan oleh Virus, antara lain rabies, penyakit mulut dan kaki, tetelo dan tumor.

(13) Rabies

Rabies merupakan infeksi akut pada susunan saraf pusat. Penyakit ini disebabkan oleh *Rhabdovirus* yang dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita, misalnya anjing, serigala, rubah, tikus, kucing, kelelawar, kelinci, sapi, kuda, dan kambing. Virus rabies bereproduksi di dalam otot dan menyebar hingga susunan saraf pusat.

Ciri-ciri anjing yang terkena rabies, yaitu tampak tidak sehat, gelisah, agresif, mengeluarkan air liur yang berlebihan, lidah terjulur, suka menyendiri di tempat yang gelap, ekor ditekuk di antara kedua kaki belakang, takut cahaya dan suara, serta ingin menggigit apa saja di sekitarnya baik benda maupun orang.

Gejala rabies yang dialami manusia antara lain sakit kepala, mual, muntah, sakit tenggorokan, demam halusinasi, kaku otot, serta peningkatan sekresi keringat dan air liur. Rabies bisa dicegah dengan pemberian vaksin.

b) Penyakit pada Tumbuhan yang disebabkan oleh Virus

Penyakit pada tumbuhan yang disebabkan oleh virus, antara lain tungro, mosaik, TYLCV, dan degenerasi floem.

(1) Tungro

Virus tungro yang berasal dari famili Caulimoviridae dapat menyerang tanaman padi yang menyebabkan sel-sel daun mati sehingga pertumbuhan terganggu dan kerdil. Penyebaran virus ini melalui perantara wereng coklat dan wereng hijau.

(2) Mosaik

Penyakit mosaik dapat terjadi pada daun tembakau, kacang tanah, pepaya, cabai, tomat, dan ketang. Gejalanya adalah timbul bercak-bercak kuning pada daun. Penyebaran virus mosaik terjadi melalui perantara serangga.

(3) Penyakit TYLCV

TYLCV (*tomato yellow laef curl virus*) adalah virus yang menyebabkan daun tumbuhan tomat berwarna kuning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.

i. Pencegahan dan Pengobatan Infeksi Virus

Hubungan antara infeksi virus dengan gejala penyakit yang ditimbulkannya seringkali kurang jelas. Beberapa virus menghancurkan sel inang dengan menghasilkan enzim hidrolitik. Ada yang menyebabkan sel inang memproduksi toksin yang menyebabkan gejala sakit. Ada pula virus yang memiliki (racun) berupa selubung protein. Terkadang timbul gejala-gejala sementara yang mengiringi terjadinya infeksi virus, misalnya demam, gatal-gatal, dan radang. Hal ini terjadi sebagai upaya tubuh untuk melawan infeksi tersebut.

Pada dasarnya tubuh kita memiliki sistem imun. Namun sistem imun yang ada terkadang tidak mampu untuk melawan infeksi suatu jenis virus. Usaha

pengecahaan terhadap infeksi virus dapat dilakukan dengan cara pemberian vaksin, sedangkan pengobatannya dengan cara pemberian interferon dan kemoterapi antivirus.

1) Vaksin Virus

Vaksin virus merupakan formula yang terbuat dari bagian tubuh virus, virus mati, atau virus hidup yang diinjeksikan ke dalam tubuh manusia guna memperoleh suatu sistem imun (kekebalan) secara alamiah. Pada tahun 1789, **Edward Jenner** menemukan vaksin cacar. Vaksin cacar disuntikan ke jaringan bawah kulit (subkutan). Pada tahun 1952, **Jonas Salk** menemukan vaksin polio. Vaksin polio diberikan melalui mulut (oral).

Vaksin virus dibedakan menjadi dua macam, yaitu vaksin virus mati dan vaksin virus hidup yang dilemahkan.

a) Vaksin Virus Mati

Vaksin virus mati dibuat dengan cara memurnikan sediaan virus melalui tahap-tahap tertentu dan merusak sedikit protein virus sehingga virus menjadi tidak aktif. Formalin dengan kadar rendah biasanya digunakan untuk merusak protein virus. Vaksin virus mati dapat merangsang pembentukan antibodi tubuh terhadap protein selubung virus sehingga meningkatkan daya resistensi tubuh.

Namun demikian, ada beberapa kelemahan penggunaan vaksin virus mati, antara lain sebagai berikut.

- (1) Diperlukan ketelitian yang tinggi pada saat pembuatan vaksin untuk memastikan bahwa tidak ada virus yang virulen.
- (2) Respon sel terhadap vaksin biasanya lemah.

- (3) Imunitas yang diperoleh hanya bersifat sementara sehingga perlu dilakukan injeksi berulang kali.
- (4) Dapat merangsang hipersensitivitas pada infeksi berikutnya (menyebabkan terjadinya resistensi virus). Hal ini disebabkan adanya respon imun yang tidak seimbang terhadap antigen permukaan virus yang tidak sesuai dengan infeksi virus secara alamiah.

b) Vaksin Virus Hidup yang Dilemahkan

Vaksin virus hidup dibuat dari virus mutan yang memiliki antigen yang sama dengan virus liar, tetapi memiliki kemampuan patogen yang sangat lemah. Pembuatan strain virus lemah pada awalnya dilakukan dengan cara memilih strain virus secara alami pada biakan. Akan tetapi, kini pembuatan strain virus lemah dilakukan dengan cara manipulasi laboratorium agar terjadi perubahan genetik secara terencana.

Penggunaan vaksin virus hidup memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan penggunaan vaksin hidup antara lain tubuh memperoleh imunitas seperti imunitas yang terjadi secara alamiah, karena virus akan bereproduksi terus sehingga memicu terbentuknya antibodi tubuh. Sementara kelemahan penggunaan vaksin hidup, antara lain sebagai berikut.

- (1) Terjadi resiko virulensi balik yang lebih besar selama perkembangbiakan virus di dalam vaksin. Walaupun hal ini tidak terbukti sebagai masalah, tetapi potensi tetap ada.

- (2) Penyimpanan dan keterbatasan hidup vaksin sebelum masa kedaluwarsa. Akan tetapi, masalah ini dapat diatasi dengan stabilisator virus, misalnya penambahan $MgCl_2$ untuk vaksin polio.
- (3) Terjadinya pencemaran virus lain di dalam vaksin.
- (4) Adanya gangguan replikasi virus vaksin akibat adanya infeksi virus luar yang terjadi secara bersamaan, sehingga menyebabkan berkurangnya efektivitas vaksin.

Tabel 2.2 Vaksin Utama untuk Pencegahan Penyakit Akibat Virus pada Manusia

Penyakit	Sumber Vaksin	Kondisi Virus	Cara Pemberian
Poliomielitis	Biakan jaringan (ginjal monyet, sel diploid manusia)	Dilemahkan	Mulut (oral)
		Dilemahkan	Subkutan (injeksi)
Campak	Biakan jaringan (embrio ayam)	Dilemahkan	Subkutan (injeksi)
Gondong	Biakan jaringan (embrio ayam)	Dilemahkan	Subkutan (injeksi)
Rubela	Biakan jaringan (bebek, kelinci, sel diploid manusia)	Dilemahkan	Subkutan (injeksi)
Cacar	Biakan jaringan pada limfe anak sapi/ domba	Vaksin hidup	Intradermal : tekanan dan tusukan berkali-kali pada kulit
Influenza	Bentuk yang dimurnikan atau subunit cairan alantois embrio ayam	Dimatikan	Subkutan/ intradermal (injeksi)
Rabies	Embrio bebek/ sel diploid manusia	Dimatikan	Subkutan (injeksi)

(Sumber: Irnaningtyas, 2013: 108)

2) Interferon

Menurut Irnaningtyas (2013: 108) **interferon** adalah protein yang dihasilkan oleh hewan atau sel biakan sebagai respon terhadap infeksi virus atau penginduksi lain dan berfungsi menghambat replikasi virus dalam suatu sel. Interferon mampu mengatur imunitas humoral dari seluler, serta pertumbuhan sel

sehingga dapat digunakan untuk pertahanan pertama terhadap infeksi virus. Interferon diduga merupakan suatu kelompok hormon sitokin yang berperan dalam pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi sel.

3) Kemoterapi Antivirus

Saat ini, telah ditemukan beberapa senyawa antivirus yang dapat digunakan untuk pengobatan penyakit yang disebabkan oleh (racun) bagi sel tubuh. Senyawa antivirus yang ideal bagi sel tubuh masih terus dikembangkan. Senyawa antivirus yang banyak digunakan merupakan analog nukleosida, antara lain zidovudin, zalzibatin, aksiklovir, gansiklovir, vidarabun, idoksuridin, trifluridin bromovinildeoksiuridin, sitabarin, dan ribaririn. Senyawa lain yang juga terbukti mempunyai aktivitas antivirus, antara lain amantadin, asam fosfonoasetat, enviroksim, metisazon, dan arildon.

j. Pembiakan Virus

Virus dikembangbiakan untuk berbagai tujuan dalam penelitian dan percobaan, antara lain sebagai berikut.

- 1) Mengetahui ciri-ciri fisik dan kimiawi struktur tubuh virus.
- 2) Mempelajari perilaku dan cara virus menginfeksi tubuh inang (etologi).
- 3) Mengetahui masa inkubasi dan siklus reproduksinya.
- 4) Mengetahui kemungkinan penyebarannya.
- 5) Untuk pembuatan vaksin.

Virus perlu diisolasi dari sel inang sebelum dikembangbiakan. Virus hanya dapat dikembangbiakan di dalam sel hidup, misalnya di dalam telur yang fertil (mengandung embrio) atau biakan sel suatu organisme secara *in vitro* (di luar

tubuh, di dalam tabung kultur). Tersedianya biakan sel secara *in vitro* akan memudahkan penanaman virus yang baru diisolasi dari sel inang dan pengenalan karakteristik virus.

2. Karakteristik Materi

a. Karakteristik Materi Virus

Materi Virus merupakan salah satu bab yang ada di kelas X SMA tepatnya di semester 1. Berdasarkan kurikulum 2013, materi virus ditingkat SMA memiliki Kompetensi Dasar 3.3 Menerapkan pemahaman tentang virus berkaitan dengan ciri, replikasi, dan peran virus dalam aspek kesehatan masyarakat. Dan kompetensi dasar 4.3 Menyajikan data tentang ciri, replikasi, dan peran virus dalam aspek kesehatan dalam bentuk media informasi.

Kompetensi dasar tersebut bertujuan agar siswa mampu menerapkan mengenai virus. Virus mempunyai karakteristik yang bersifat abstrak, karena karakteristik virus yang tidak dapat dilihat secara langsung atau tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. Seperti pada ciri-ciri tubuh virus yang memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil antara 20nm-300nm. Untuk mengetahui ukuran virus dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron (Irnaningtyas, 2013: 89).

b. Perubahan Perilaku Hasil Belajar

Perubahan perilaku hasil belajar adalah perubahan tingkah laku peserta didik setelah pembelajaran. Terdapat beberapa perubahan perilaku hasil belajar, diantaranya pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.

Pada penelitian ini hasil belajar yang diamati adalah bentuk kognitif, kata kerja operasional “menerapkan” termasuk ke dalam tingkat C3 yakni penerapan. Maka tujuan yang ingin dicapai adalah agar siswa memiliki perubahan tingkah laku siswa sampai pada tingkat penerapan virus dalam kehidupan sehari-hari. Pada ranah afektif, tujuan yang ingin dicapai adalah agar terjadi perubahan sikap siswa, bagaimana sikap siswa setelah mengetahui virus yang merugikan dan menguntungkan, baik cara pencegahan dan pengobatannya terhadap virus. Pada penilaian ranah psikomotor, maka tujuan yang ingin dicapai adalah agar siswa memiliki perubahan tingkah laku dan terampil, siswa dapat mengetahui bagian-bagian virus, struktur virus karena virus tidak dapat dilihat dengan mata telanjang yang bersifat abstrak sehingga siswa terampil setelah pembuatan proyek.

3. Bahan dan Media Pembelajaran

a. Bahan Pembelajaran

Bahan pembelajaran adalah materi yang diberikan kepada siswa pada saat pembelajarannya proses belajar-mengajar. Melalui bahan pembelajaran ini siswa diantarkan kepada tujuan pengajaran, bahan pembelajaran dalam konsep virus mencakup dari ciri dan bentuk virus, cara hidup virus, reproduksi virus, siklus litik dan lisogenik virus, peranan virus dalam kehidupan, dan pencegahan dan pengobatan infeksi virus.

Konsep pembelajaran virus siswa diarahkan untuk memahami ciri virus. Untuk mencapai tujuan dari pembelajaran yaitu siswa dapat menjabarkan konsep virus. Bahan pembelajaran yang diberikan kepada siswa diberikan dalam bentuk fakta-fakta yang ada mengenai penyakit yang disebabkan oleh virus agar lebih

mudah dipahami siswa karena virus yang tidak dapat dilihat secara langsung yang bersifat abstrak.

b. Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan bagian dari sumber belajar yang didalamnya termasuk media dan alat bantu pembelajaran. Media merupakan segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan yang dapat merangsang pikiran, perasaan, dan kemauan siswa sehingga mendorong terjadinya proses belajar pada dirinya (Rusman, 2012: 134).

Media yang digunakan pada penelitian virus berupa proyektor dan *power point* yang dilengkapi dengan beberapa gambar konsep virus, dan video karena virus yang tidak dapat dilihat secara langsung atau mata telanjang. Dan media lainnya seperti papan tulis, spidol, buku-buku belajar serta media online yang menunjang kegiatan pembelajaran virus.

4. Strategi Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar merupakan serangkaian kegiatan yang berlangsung antara guru dan siswanya, kegiatan diantara keduanya sama-sama bertujuan untuk mencapai pembelajaran yang optimal, sehingga hasil yang diinginkan dapat tercapai secara optimal. Sehubungan dengan itu maka perlu dilakukan sejumlah strategi pembelajaran.

Strategi pembelajaran merupakan suatu rencana tindakan (rangkaiannya kegiatan) yang termasuk juga penggunaan metode dan pemanfaatan berbagai sumber daya/ kekuatan dalam pembelajaran. Penyusunan suatu strategi baru sampai pada proses penyusunan rencana kerja belum sampai pada tindakan.

Strategi disusun untuk mencapai tujuan tertentu, artinya disini bahwa arah dari semua keputusan penyusunan strategi adalah pencapaian tujuan, sehingga penyusunan langkah-langkah pembelajaran, pemanfaatan berbagai fasilitas dan sumber belajar semuanya diarahkan dalam upaya pencapaian tujuan.

Pada materi virus yang dapat digunakan adalah *project based learning* berbasis multimedia dengan *power point* berbasis ceramah. Pada awal kegiatan pembelajaran guru menanyakan kepada siswa tentang pengetahuannya mengenai virus kemudian guru menyampaikan pendahuluan sebelum masuk ke dalam materi agar siswa mengetahui materi yang akan dibahas, guru menyampaikan secara garis besar mengenai materi virus. Setelah kegiatan awal disampaikan, guru memberikan arahan kepada siswa untuk mengenai virus dengan multimedia (kelas multimedia berbasis *project based learning*) dan powerpoint (kelas *power point* berbasis ceramah). Setelah itu guru memberikan arahan dengan membagi siswa dalam beberapa kelompok untuk merancang proyek mengenai penyakit virus. Guru memberikan waktu yang sudah ditentukan oleh guru untuk membuat proyek. Dipertemuan selanjutnya, guru meminta siswa mengumpulkan proyek dan mempersentasikan hasil pekerjaannya dengan dikaitannya peran virus dalam kehidupan, dengan arahan seperti itu siswa dapat lebih memahami dengan cepat materi virus secara luas. Pada akhir pembelajaran guru dan siswa menyimpulkan hasil diskusi dan memberikan penghargaan pada siswa yang hasil produk dan proyeknya dengan baik dan benar.

5. Sistem Evaluasi Pembelajaran

Evaluasi proses belajar mengajar, seperti halnya evaluasi hasil belajar, merupakan komponen yang sangat penting untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan berbagai komponen yang terdapat dalam suatu proses belajar mengajar. Evaluasi merupakan bagian penting dalam suatu proses pembelajaran. Seorang guru akan mengetahui strategi belajar yang digunakannya itu berhasil atau tidak yaitu dengan adanya evaluasi. Tujuan adanya evaluasi hasil belajar agar guru mampu menilai sejauh mana siswa memahami materi dan apa saja yang belum dipahami serta berbagai kekurangan dalam kegiatan belajar (Cartono, 2010: 3).

Evaluasi dapat dilakukan pada saat proses belajar pembelajaran segala sesuatunya yang sudah dilakukan baik oleh murid maupun guru akan ada tindak lanjutnya seperti evaluasi. Untuk guru evaluasi pengajaran akan ditindak lanjuti oleh observer dimana bertugas menilai proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru terhadap muridnya. Sedangkan evaluasi terhadap murid akan dinilai oleh guru.

Evaluasi pada saat proses pembelajaran pun sangat penting kaitannya, bertujuan agar siswa mengerti dan memahami apa yang disampaikan oleh guru terhadap muridnya dan agar siswa mudah menyerap pembelajaran yang dilakukan di kelas.

Evaluasi pada penelitian ini berupa evaluasi tes dan non tes. Pada evaluasi tes berupa test kognitif *pretest* dan *posttest*. *Pretest* digunakan agar peneliti dapat mengetahui pengetahuan awal siswa terhadap konsep virus, tes ini dapat dijadikan gambaran untuk peneliti dalam perbandingan model pembelajaran multimedia

berbasis *project based learning* dengan *power point* berbasis ceramah. Sedangkan *posttest* digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa pada konsep virus setelah siswa mengalami proses belajar mengajar yang menggunakan multimedia berbasis *project based learning* dengan *power point* berbasis ceramah. Evaluasi non tes berupa non tes berupa lembar penilaian afektif dan psikomotor. Evaluasi afektif berupa lembar angket skala sikap untuk mengetahui sikap siswa terhadap pembelajaran biologi yang diterapkan dalam pembelajaran dan evaluasi psikomotor berupa lembar observasi yang diamati oleh observer, data yang diperoleh melalui lembar observasi dalam bentuk catatan yang diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung hingga hasil/ produk yang telah dibuat dianalisis untuk memperbaiki proses pembelajaran.

Dari evaluasi tersebut peneliti dapat memperoleh data yang kongkrit untuk mengetahui bagaimana pencapaian hasil belajar siswa dan berhasil atau tidaknya perbandingan multimedia berbasis *project based learning* dengan *power point* berbasis ceramah terhadap hasil belajar siswa.