

## A. Sejarah Virus

Istilah virus berasal dari bahasa latin yang berarti racun. Virus pertama kali ditemukan pada tahun 1883 oleh ilmuwan Jerman Adolf Mayer saat meneliti penyebab penyakit mosaik pada tanaman tembakau. Penyakit mosaik menimbulkan bercak pada daun tembakau sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, penyakit ini disebut “mosaik”. Adolf Mayer berhasil menularkan penyakit dari tanaman yang sakit ke tanaman sehat lainnya dengan cara menyemprot tanaman sehat tersebut dengan getah yang diperoleh dari daun tanaman yang sakit. Bahkan tanaman yang sehat pun bisa terserang penyakit. Meyer tidak dapat mengidentifikasi bentuk bakteri penyebab penyakit bahkan ketika melihatnya di bawah mikroskop. Profesor Mayer menduga penyakit mosaik disebabkan oleh lebih banyak bakteri daripada biasanya dan tidak dapat dilihat di bawah mikroskop biasa.

Pada tahun 1892 seorang ilmuwan Rusia bernama Dmitri Ivanovsky melakukan percobaan di mana ia menyaring getah tanaman tembakau yang sakit menggunakan filter yang dirancang khusus untuk menyaring bakteri. Filter dipindahkan ke tanaman yang sehat, ternyata filtrat masih menyebabkan penyakit lumut pada tembakau sehat. Seperti Meyer, Ivanovsky menyimpulkan bahwa penyakit ini disebabkan oleh bakteri patogen atau penghasil racun yang sangat kecil yang dapat melewati filter.

Pada tahun 1897, seorang ahli botani Belanda bernama Martinus Beijerinck melakukan eksperimen untuk membuktikan bahwa agen infeksi yang ada dalam getah tembakau dapat berkembang biak. Beijerinck menyemprotkan getah yang telah disaring ke tanaman lain. Ketika suatu tanaman terserang penyakit, menggunakan getahnya untuk menginfeksi tanaman berikutnya, sehingga menyebabkan banyak infeksi. Diketahui bahwa kemampuan patogen tidak berkurang bahkan setelah infeksi berulang kali. Berbeda dengan bakteri, patogen menular ini tidak dapat tumbuh pada media di dalam cawan Petri dan tidak dapat dinonaktifkan dengan alkohol. Beijerinck memperkirakan agen penular ini adalah partikel yang jauh lebih kecil dan sederhana dibandingkan bakteri, yang ia sebut sebagai virus yang dapat disaring (filterable virus).

Pada tahun 1935 oleh ilmuwan Amerika Wendell Stanley mampu mengkristalkan partikel menular dari tanaman tembakau, yang kemudian dikenal sebagai virus mosaik tembakau (TMV). Penemuan Wendell Stanley bahwa virus dapat mengkristal merupakan berita menggembirakan, namun juga membingungkan. Bahkan sel hidup yang paling sederhana pun tidak dapat dikristalisasi.

## B. Ciri-Ciri Tubuh Virus

Menurut (Irnaningtyas & Sagita, 2021:79) sistem klasifikasi makhluk hidup virus tidak termasuk dalam kingdom apapun. hali, dikarenakan virus memiliki ciri-ciri yang unik yaitu sifat benda mati dan makhluk hidup. Adapun ciri-ciri viru yaitu:

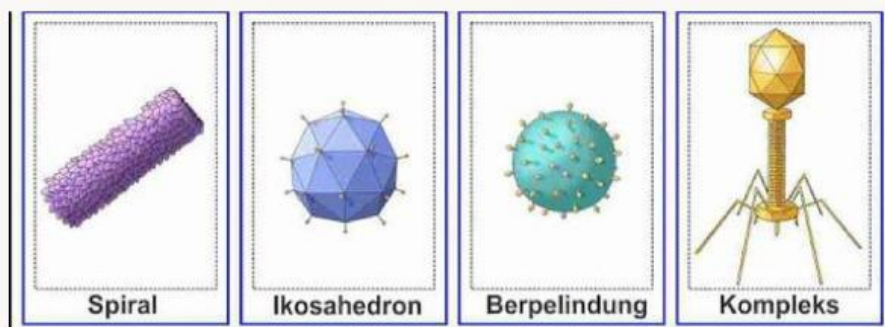
### 1) Ukuran Tubuh Virus

Untuk dapat mengetahui ukuran tubuh virus dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut:

- a) Observasi langsung dengan menggunakan mikroskop elektron
- b) Filtrasi dengan melalui selaput kolodion yang mempunyai porositas bertingkat
- c) Sendimentasi yang ultrasentrifugasi
- d)Ukuran perbandingan

### 2) Bentuk Virus

Menurut (Irnaningtyas & Sagita, 2021:81) virus memiliki bentuk tubuh yang berbeda-beda dibawah mikroskop elektron, diantaranya sebagai berikut: tubuh virus berbentuk bulat (misalnya virus influenza dan HIV), berbentuk batang (misalnya virus mosaik tembakau), berbentuk T (misalnya bakteriofag), dan polihedral (misalnya adenovirus).



Gambar 1.1 Bentuk Virus

Sumber: <https://www.ruangguru.com/blog/struktur-virus>

### 3) Struktur Tubuh Virus

Menurut (Irnaningtyas & Sagita, 2021:84) virus tidak memiliki bagian seluler seperti sitoplasma atau organel, karena virus tidak mengalami metabolisme, maka virus tidak dapat disebut sel. Ketika virus berada di luar sel inang, ia hanya berupa partikel biasa yang disebut virion. Adapun struktur tubuh pada bentuk-bentuk virus yaitu:

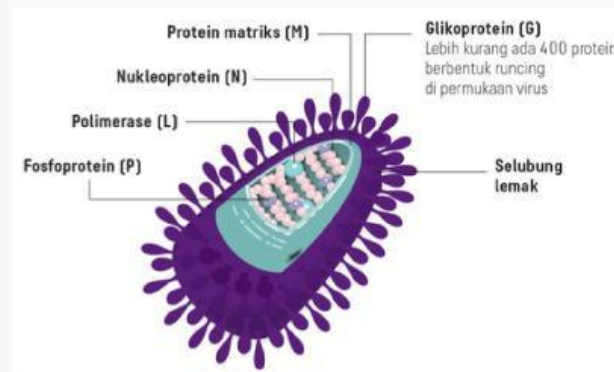
#### 1) Spiral

Virus spiral memiliki bentuk seperti pegas, dimana virus ini memiliki genom berupa untai tunggal atau ganda dari asam nukleat dari RNA atau DNA yang disusun dalam bentuk pola spiral. Contohnya virus rabies dan virus ebola.

##### a) Virus Rabies

Struktur virus rabies terdiri dari:

1. Nukleokapsid, dimana struktur inti virus yang terdiri dari genom RNA virus yang dilapisi oleh protein nukleokapsid (N) membentuk struktur heliks.
2. Protein matriks (M), dimana struktur ini melapisi nukleokapsid dan berperan dalam pembentukan selubung virus.
3. Protein glikoprotein (G): Terletak di permukaan virus dan berfungsi dalam pengikatan virus ke reseptor sel inang.
4. Selubung virus, struktur ini terdiri dari lapisan lipida yang berasal dari membran sel inang yang telah dimodifikasi.
5. Fosfoprotein (P), merupakan non-struktural yang penting dalam replikasi virus.



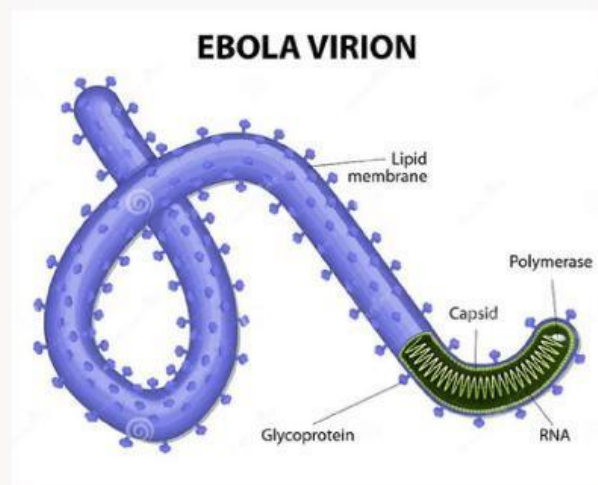
Gambar 1.2 Bentuk Virus

Sumber: <https://www.kompas.id/baca/nusantara/2023/10/19/masalah-rabies-di-timor-dan-flores-ancaman-kenyamanan-wisatawan>

## b) Virus Ebola

Struktur virus ebola terdiri dari:

1. Virus ini memiliki struktur yang terdiri dari partikel dalam bentuk filamen panjang dan bercabang yang mirip dengan helai pohon.
2. Virus Ebola memiliki lapisan lipid luar yang melindungi inti protein dan RNA-nya.
3. Inti virus terdiri dari materi genetik berupa RNA dan protein-protein struktural yang mendukung infeksi pada sel-sel inang.



Gambar 1.3 Bentuk Virus

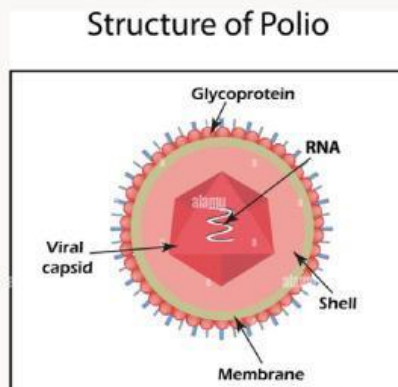
Sumber: <https://www.dreamstime.com/stock-illustration-structure-virion-ebolavirus-virus-ebola-hemorrhagic-fever-cause-severe-often-fatal-disease-humans-image43685195>

## 2) Ikosahedron

Virus ikosahedron memiliki bentuk kapsid seperti segitiga sama sisi, dimana virus ini tersusun atas 20 subunit kapsid contohnya yaitu virus polio. Struktur tubuh pada virus polio terdiri dari:

- a. Viral capsid, dimana virus polio memiliki struktur yang terdiri atas kapsid protein berfungsi untuk melindungi materi genetiknya. Kapsid pada virus ini membentuk struktur yang ikosahedral stabil dan menyelubungi RNA virus didalamnya.

- b. RNA, merupakan materi genetik dari virus polio, dimana RNA menyimpan informasi genetik yang diperlukan untuk mereplikasi diri dan menginfeksi sel-sel inang.
- c. Shell, dimana struktur ini merujuk pada kapsid protein yang berfungsi untuk melindungi materi genetiknya.
- d. Glycoprotein, dimana pada virus polio, glycoprotein berperan dalam interaksi dengan sel-sel inang untuk dapat memfasilitasi infeksi virus ke dalam sel tersebut, dimana glycoprotein berperan dalam pengenalan dan penempelan virus ke sel inangnya.
- e. Membrane, dimana virus polio tidak memiliki selubung membran seperti yang dimiliki oleh beberapa virus lainnya, tetapi virus polio cenderung memiliki kapsid protein yang langsung melindungi materi genetiknya.



Gambar 1.4 struktur virus polio

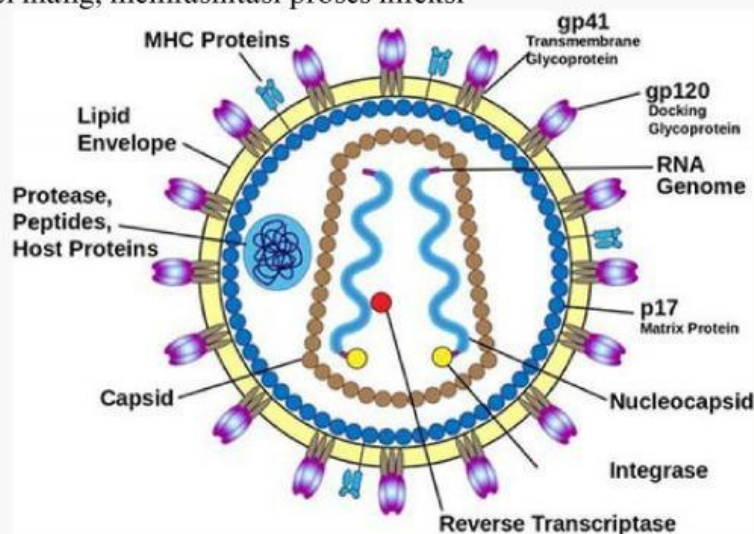
Sumber: <https://www.alamy.com/the-structure-of-the-polio-virus-enterovirus-infographics-vector-illustration-on-isolated-background-image338016146.html>

### 3) Berpelindung

Bentuk virus berpelindung mengacu pada struktur fisik dari virus yang melibatkan keberadaan lapisan pelindung yang mengelilingi materi genetiknya, dimana lapisan ini dapat berupa kapsid protein, selubung membran, atau kombinasi keduanya, contohnya HIV. Struktur tubuh HIV terdiri dari:

- a. Selubung (Envelope), HIV memiliki selubung membran luar yang berasal dari sel inangnya dimana selubung ini mengandung protein-protein yang diperlukan untuk penempelan dan penetrasi virus ke sel inang.

- b. Kapsid (Capsid), HIV memiliki kapsid protein yang melindungi materi genetiknya, dimana kapsid ini membentuk struktur berbentuk ikosahedral yang mengandung genom virus.
- c. Integrase. HIV mengandung enzim integrase yang memungkinkan virus mengintegrasikan materi genetiknya kedalam genom sel inang setelah virus masuk kedalam sel.
- d. Revers Transcriptase, dimana struktur ini memungkinkan HIV mengubah RNA virus menjadi DNA setelah virus masuk ke dalam sel inang. Proses ini merupakan langkah penting dalam siklus replikasi virus.
- e. Protein Penempelan (Attachment Protein), dimana protein penempelan pada permukaan virus HIV memungkinkan virus untuk berikatan dengan reseptor yang ada pada sel-sel inang, memfasilitasi proses infeksi



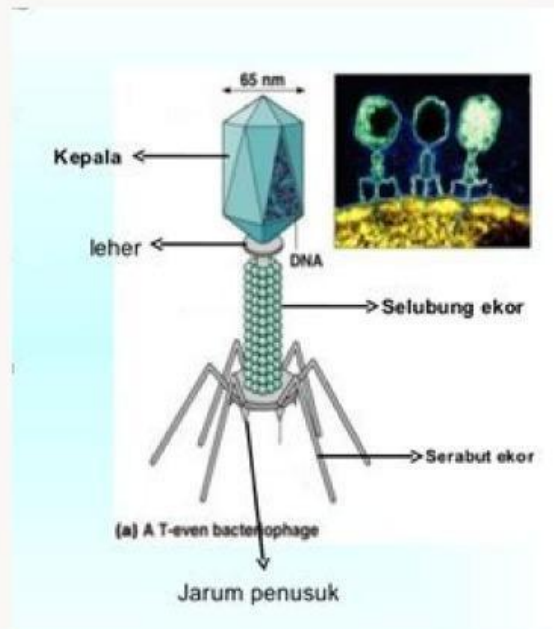
Gambar 1.5 Struktur HIV

Sumber: <https://www.seratusinstitute.com/news/tentang-aids-dan-hiv>

#### 4) Kompleks

Virus kompleks adalah jenis virus yang memiliki struktur yang lebih rumit dibandingkan dengan virus yang memiliki bentuk sederhana, contohnya bakteriofage. Struktur tubuh bakteriofage terdiri dari:

- Kepala, dimana pada bagian ini berisi materi genetik virus, baik berupa DNA atau RNA.
- Ekor, merupakan struktur panjang yang menonjol dari kepala. Fungsinya adalah untuk menempel pada permukaan bakteri inang dan menyuntikkan materi genetik virus ke dalam sel bakteri.
- Serabut, dimana serabut menonjol dari kepala mereka yang dapat membantu bakteriofage dalam menemukan dan menempel pada bakteri inang.
- Plate Base dan Tail Fibers, Beberapa bakteriofage memiliki struktur tambahan seperti plate base di bawah kepala dan tail fibers yang melekat pada ekor dimana plate base dan tail fibers membantu bakteriofage dalam menempel pada bakteri inang dengan lebih kuat.



Gambar 1.5 Struktur tubuh bakteriofage

Sumber: <https://readmore.id/struktur-virus-dan-fungsinya>

### C. Reproduksi Virus

Menurut (Irnaningtyas & Sagita, 2021:90), virus berkembang biak dengan cara replikasi artinya memperbanyak diri ke dalam sel inang. Keberhasilan virus dalam bereproduksi tergantung pada jenis virus dan kondisi dalam ketahanan sel inang. Reproduksi setiap virus tidaklah sama, dimana setiap virus memiliki siklus reproduksi yang berbeda. Berikut cara reproduksi pada virus:

#### 1. Bakteriofage

Menurut Handayani (2018:12) siklus hidup pada bakteriofag terbagi menjadi dua yaitu fag litik dan lisogenik.

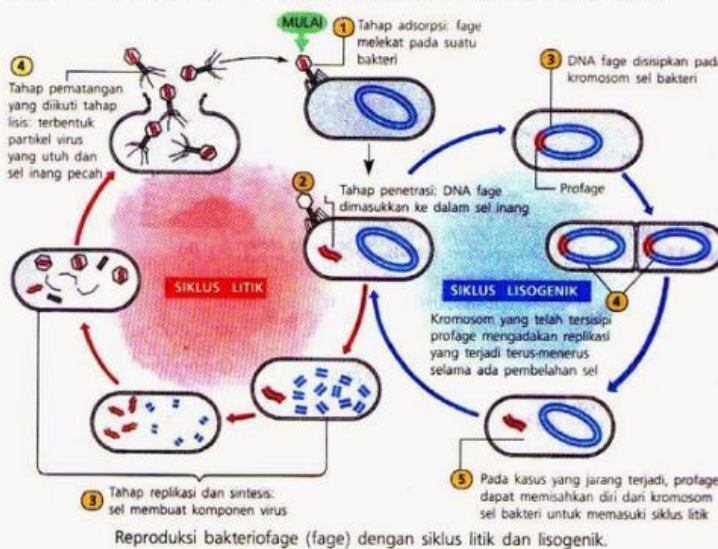
##### - Secara Litik

Siklus litik berlangsung di asam nukleat dimana bakteriofag mengambil alih fungsi mesin biosintesis inang dan m-RNA spesifik bakteriofag untuk melakukan sintesis protein. Fag virulen menyebabkan kematian sel inang melalui proses lisis di akhir siklus hidupnya. Tahapan dari siklus litik meliputi 1) adsorpsi, 2) penetrasi yang dilakukan dengan menyuntikkan asam nukleat fag ke dalam sitoplasma sel inang dengan melewati dinding dan sitoplasma sel, setelah asam nukleat diinjeksikan ke dalam sel, siklus bakteriofag dikatakan dalam periode eklipse. Selama fase eklips, tidak ada partikel bakteriofag yang ditemukan baik di dalam atau di luar sel bakteri. Fase eklipse merupakan interval antara masuknya asam nukleat bakteriofag ke dalam sel bakteri sampai pelepasan bakteriofag matang dari sel yang terinfeksi. Tahapan selanjutnya yang terjadi selama periode eklipse yaitu 3) replikasi atau proses memperbanyak komponen-komponen fag (kapsomer, selubung protein, base plate, serat ekor dan enzim-enzim fag dan 4) maturasi atau perakitan komponen bakteriofag menjadi komponen partikel bakteriofag dewasa dan selanjutnya dilepaskan dengan melakukan kerusakan pada dinding sel inang menggunakan protein fag seperti holin atau lisozim. Proses pelepasan fag matang dari sel inang disebut lisis.

- Secara Lisogenik

Siklus lisogenik dilakukan bakteriofag ketika densitas inang serta kondisi nutrisi kurang dari jumlah yang dibutuhkan atau ketika jumlah bakteriofag sangat tinggi dibandingkan dengan sel inang. Bakteriofag yang mampu berproliferasi melalui siklus lisogenik disebut temperate phage atau fag temperate. Beberapa menit setelah DNA fag diinjeksikan ke dalam sitoplasma sel inang, fag temperate dapat memilih salah satu siklus hidupnya, secara litik atau lisogenik dengan mengintegrasikan DNA fag ke dalam kromosom bakteri inang membentuk profag.

Siklus lisogenik spesifik repressor fag bekerja menghambat transkripsi dari sebagian besar gen fag termasuk yang dibutuhkan untuk siklus litik sehingga profag menjadi dorman. DNA fag melakukan replikasi bersamaan dengan kromosom inang selama fase pembelahan sel. Siklus Lisogenik dapat berlangsung untuk waktu yang tidak terbatas. Bakteri yang mengandung satu atau lebih profag disebut lisogen. Lisogen bersifat “kebal” terhadap infeksi fag litik atau fag lisogen lain yang sama. Ketika terpapar oleh kondisi ekstrim seperti radiasi sinar ultraviolet (UV) diantaranya, bakteriofag akan memilih siklus hidup litik dan melisiskan bakteri inangnya. Susunan gen pada profag dapat mengubah sifat sel bakteri dan memberikan sifat baru pada bakteri anakan.



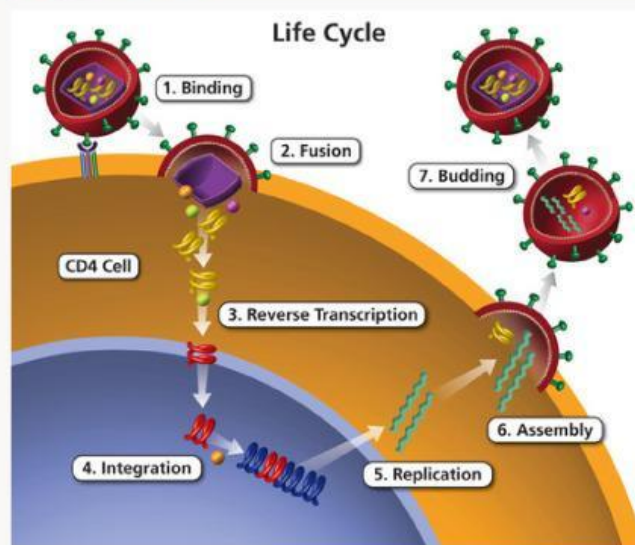
Gambar 1.6 Reproduksi Bakteriofage

Sumber: <https://www.biologiedukasi.com/2015/12/siklus-hidup-virus-siklus-litik- dan.html>

## 2. HIV (*Human Immunodeficiency Virus*)

Virus HIV merupakan salah satu penyakit yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia. Virus HIV bereproduksi dengan melibatkan langkah-langkah yang kompleks yang terjadi didalam sel inang manusia. Berikut tahapan cara virus HIV bereproduksi:

1. Binding (Penempelan), dimana virus HIV akan berikatan dengan reseptor pada permukaan sel inang, terutama reseptor CD4 dan koreseptor CCR5 atau CXCR4. Proses ini memfasilitasi penetrasi virus ke dalam sel inang.
2. Fusion (Fusi), Setelah berikatan dengan reseptor, selubung virus HIV akan menyatu dengan membran sel inang, sehingga memungkinkan materi genetik virus (RNA) dan enzim-enzimnya untuk memasuki sitoplasma sel inang.
3. Reverse Transcription (Revers Transkripsi), didalam sitoplasma sel inang, enzim revers transkriptase HIV mengubah RNA virus menjadi DNA komplementer (cDNA).
4. Integration (Integrasi), DNA virus HIV (cDNA) yang dihasilkan kemudian akan diintegrasikan kedalam genom sel inang oleh enzim integrase, sehingga terbentuklah provirus HIV, yang merupakan DNA virus yang terintegrasi ke dalam genom sel inang.
5. Replication (Replikasi), Provirus HIV yang terintegrasi dalam genom sel inang kemudian akan diekspresikan dan ditranskripsi oleh mesin transkripsi sel inang, sehingga menghasilkan RNA virus dan protein-protein virus yang baru. RNA virus ini kemudian digunakan sebagai cetakan untuk menghasilkan lebih banyak RNA virus dan protein-protein virus melalui proses translasi.
6. Assembly (Pembentukan), RNA virus, enzim-enzim, dan protein-protein virus yang baru dihasilkan kemudian akan dipaketkan dengan cara bersama-sama untuk membentuk partikel virus baru di dalam sel inang.
7. Budding (Pembungaan): Partikel virus baru yang sudah terbentuk kemudian akan dilepaskan dari sel inang melalui proses pembungaan (budding). Proses ini melibatkan selubung membran yang diambil dari membran sel inang dan menyelubungi partikel virus baru saat dilepaskan kedalam lingkungan ekstraselular.



Gambar 1..7 Reproduksi HIV

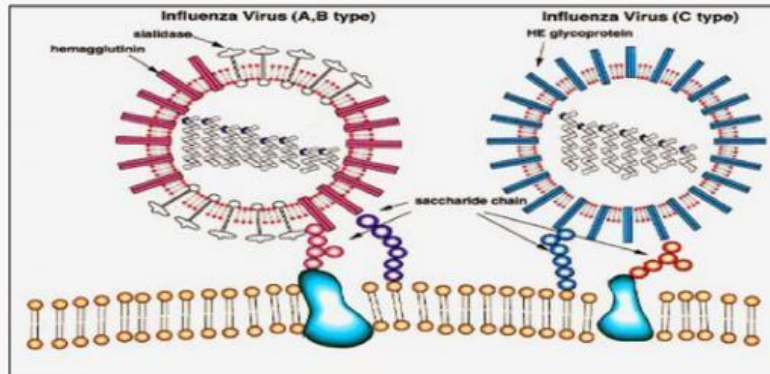
Sumber: <http://maphan.mhs.unm.ac.id/2022/04/18/siklus-hidup-hiv/>

### 3. Influenza

Virus influenza secara umum dikenal sebagai virus flu, yaitu virus yang menyebabkan penyakit pernapasan akut yang disebut influenza. Virus ini diklasifikasikan menjadi 2 tipe yaitu tipe B dan tipe C. Berikut tahapan virus influenza bereproduksi:

- a. Sialidase, adalah enzim yang terdapat pada permukaan virus influenza yang berfungsi untuk memotong ikatan glikoprotein dan mengandung asam sialik di permukaan sel inang, sehingga memungkinkan virus untuk melepaskan diri dari sel inang dan menyebar ke sel-sel lain di saluran pernapasan.
- b. Hemagglutinin (HA), terdapat pada permukaan virus influenza yang berfungsi untuk membantu virus melekat pada sel inang dengan mengikatkan virus ke asam sialik yang terdapat pada permukaan sel inang, kemudian HA memediasi masuknya virus ke dalam sel inang untuk memulai proses replikasi.
- c. Saccharide, merujuk pada rantai gula yang terdapat pada glikoprotein di permukaan virus influenza dimana Saccharide berperan dalam pengenalan dan ikatan virus pada sel inang, serta dalam pelepasan virus dari sel inang setelah replikasi selesai.

d. HE glycoprotein (Hemagglutinin-esterase glycoprotein), terdapat pada permukaan virus influenza tipe C. HE pada virus tipe C memiliki peran tambahan yaitu memiliki aktivitas esterase yang dapat membantu virus melekat pada sel inang dan memfasilitasi pelepasan virus dari sel inang. Sehingga, HE juga dapat memecah ikatan antara virus dan mukus di saluran pernapasan, mempermudah penyebaran virus ke sel-sel inang baru.



Gambar 1.8 Reproduksi Virus Influenza

Sumber: <https://media.neliti.com/media/publications/158288-ID-none.pdf>

Klik menu “AKTIVITAS”



AKTIVITAS