



**MODUL VIROLOGI  
(IBL 363)**

**MODUL SESI KE-7  
KUIS**

**DISUSUN OLEH**

**Dr. Henny Saraswati, S.Si, M.Biomed**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2021**

## KUIS

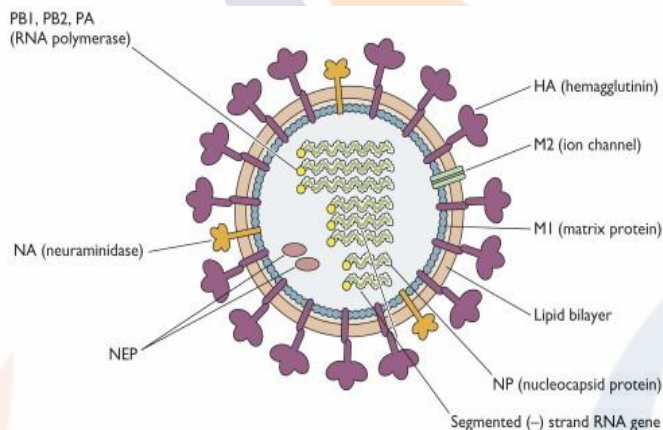
### A. Tujuan

Kuis ini dilakukan sebagai bahan evaluasi tentang pemahaman mahasiswa terhadap materi pembelajaran yang sudah diberikan.

### B. Uraian

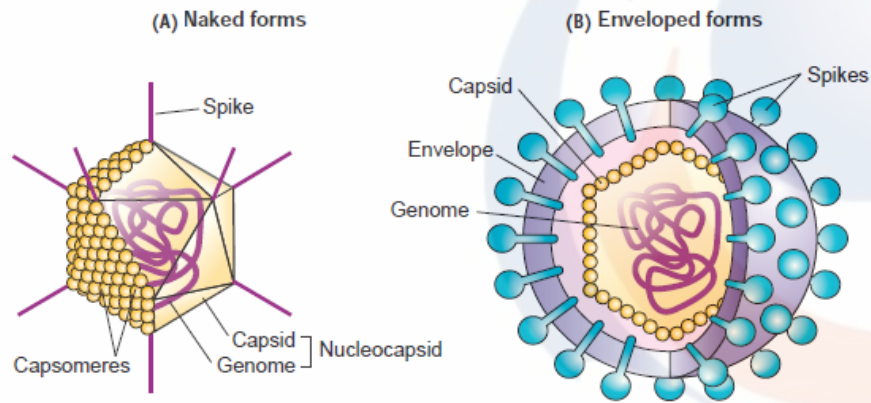
Pada pertemuan kali ini, kita akan mengikuti kuis yang merupakan bahan evaluasi apakah kalian telah memahami dengan baik materi-materi yang sudah diberikan. Kuis akan dilaksanakan secara real time dan online melalui zoom meeting. Hasil yang didapatkan dari kuis hari ini akan dihitung dalam penentuan nilai akhir mata kuliah ini. Untuk memudahkan kalian dalam mempelajari materi, berikut adalah rangkuman hal-hal penting yang kalian pelajari dari pertemuan 1.

Seperti kita ketahui virus merupakan agen patogen yang dimasukkan sebagai mikroba. Lalu apa sebenarnya virus itu? Virus adalah agen patogen atau infeksius yang tubuhnya hanya terdiri dari **asam nukleat (bisa DNA atau RNA saja)** dan **protein yang melindunginya** yang disebut dengan **kapsid**.



Gambar 1. Struktur virus yang hanya terdiri dari material genetik (di gambar ini adalah RNA) dan protein yang disebut nucleocapsid (sumber: <https://www.virology.ws/>).

Seperti sudah dijelaskan di atas, bahwa virus strukturnya hanya terdiri dari material genetik dan kapsid. Keseluruhan material genetik dan kapsid ini disebut **nukleokapsid**. Kapsid sendiri tersusun atas subunit-subunit protein yang disebut **kapsomer** (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur virus yang material genetik (warna ungu) dan kapsid (warna kuning), pada virus telanjang (*naked forms*) dan virus berselubung (*enveloped form*).

Pada gambar 2, kalian dapat melihat adanya 2 jenis virus yang berbeda, yaitu virus telanjang (*naked virus*) dan virus berselubung (*enveloped virus*). Apa perbedaannya? Kalian mungkin sudah bisa menebak. Ya, perbedaannya terletak dari ada tidaknya **selubung (*envelope*)** yang menyelubungi nukleokapsid. Selubung ini berupa glikoprotein dari membran sel inang yang terambil saat virus keluar dari sel. Beberapa peneliti menyampaikan beberapa peran dari selubung ini, yaitu untuk menghindari respon imun dan juga melindungi material genetik yang ada di dalamnya. Fungsi yang lain adalah membantu dalam perlekatan virus dengan reseptor sel sehingga memudahkan virus masuk ke dalam sel.

Ada lagi protein pada permukaan tubuh virus yang disebut dengan **spike**. Molekul ini menonjol di permukaan virus dan mempunyai fungsi yang hampir sama dengan *envelope*, yaitu **perlekatan virus dengan sel inang dan membantu masuknya virus ke dalam sel inang**.

Virus hanya memiliki satu jenis material genetik dalam tubuhnya, bisa DNA atau RNA. Jarang sekali ada virus dengan kedua jenis material genetik ini. Keseluruhan material genetik disebut dengan genom. Terdapat beberapa variasi dari genom ini pada virus, yaitu :

### 1. Genom DNA

- a. Bentuk sirkuler, untai ganda.
- b. Bentuk sirkuler, untai tunggal.

- c. Bentuk linier, untai ganda.
- d. Bentuk linier, untai tunggal.

## 2. Genom RNA

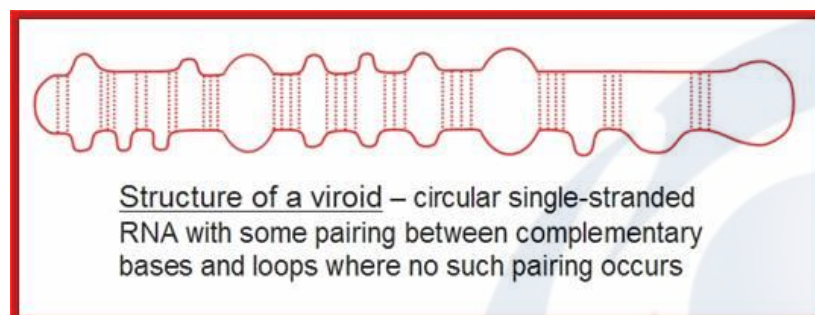
- a. Bentuk sirkuler, untai tunggal.
- b. Bentuk linier, untai ganda.
- c. Bentuk linier, untai tunggal.

Hampir sama dengan bakteri, virus juga dapat dibedakan berdasarkan bentuk tubuhnya. Jika pada bakteri bentuk tubuhnya bisa berupa kokus, spiral dan lain-lain, maka pada virus bentuk tubuhnya dapat bervariasi berdasarkan bentuk nukleokapsidnya.

Berdasarkan bentuk nukleokapsidnya, maka virus dapat dibedakan menjadi :

1. Virus spiral (*helical viruses*).
2. Virus ikosahedral (*icosahedral viruses*).
3. Virus komplek (*complex viruses*).

**Viroid** adalah agen infeksius yang struktur tubuhnya hanya terdiri dari asam nukleat saja, tanpa protein. Bisakah kalian membayangkan tanpa protein!!!.



Gambar 3. Struktur viroid yang hanya terdiri dari RNA untai tunggal, tanpa protein yang melindunginya.

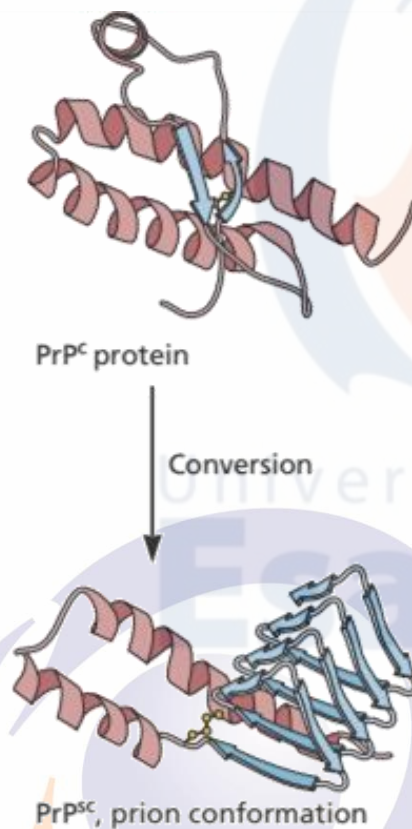
Asam nukleat dari viroid adalah RNA untai tunggal yang memiliki beberapa sekuen yang tidak berkomplemen sehingga menghasilkan bagian-bagian seperti *loop*. Agen infeksius ini dikenal dapat menyebabkan penyakit pada tanaman.

Contohnya adalah penyakit yang dinamakan *Potato Spinder Tuber* (PST) yang menyerang tanaman kentang. Viroid yang menyebabkan penyakit ini dinamakan *Potato Splider Tuber Viroids* (PTSVd). Meskipun namanya menunjukkan inang utamanya, tetapi PTSVd juga diketahui dapat menyerang tanaman tomat. Gejala penyakit ini bervariasi dari ringan hingga berat. Pada gejala yang berat, bisa terjadi hambatan pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman menjadi kerdil. Kemudian pada kentang, bentuk umbinya tidak membulat melainkan memanjang (Gambar 4). Sedangkan pada tanaman tomat bisa mengakibatkan daun menjadi kuning dan menggulung (berbentuk keriting). Penyakit ini bisa mengakibatkan penurunan produksi tanaman-tanaman ini.



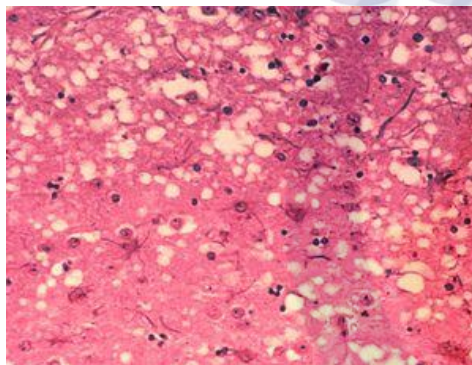
Gambar 4. Gejala penyakit *Potato Spinder Tuber* (PST) pada tanaman kentang mengakibatkan umbi kentang berbentuk memanjang dan mengakibatkan penurunan produksi tanaman (sumber: Canadian Food Inspection Agency).

Selain viroid, terdapat pula agen infeksius non virus yang dinamakan **prion**. Kebalikan dari viroid yang hanya terdiri dari RNA untai tunggal, maka prion hanya terdiri dari protein. Berbeda dengan protein normal pada tubuh, pada prion, protein ini mengalami ketidaknormalan pelipatan. Protein pada prion disebut dengan PrP<sup>C</sup> yang mengalami ketidaknormalan pelipatan menjadi PrP<sup>SC</sup>.



Gambar 5. Prion merupakan protein PrP<sup>C</sup> yang mengalami ketidaknormalan pelipatan menjadi protein PrP<sup>SC</sup> (sumber: Flint, 2015).

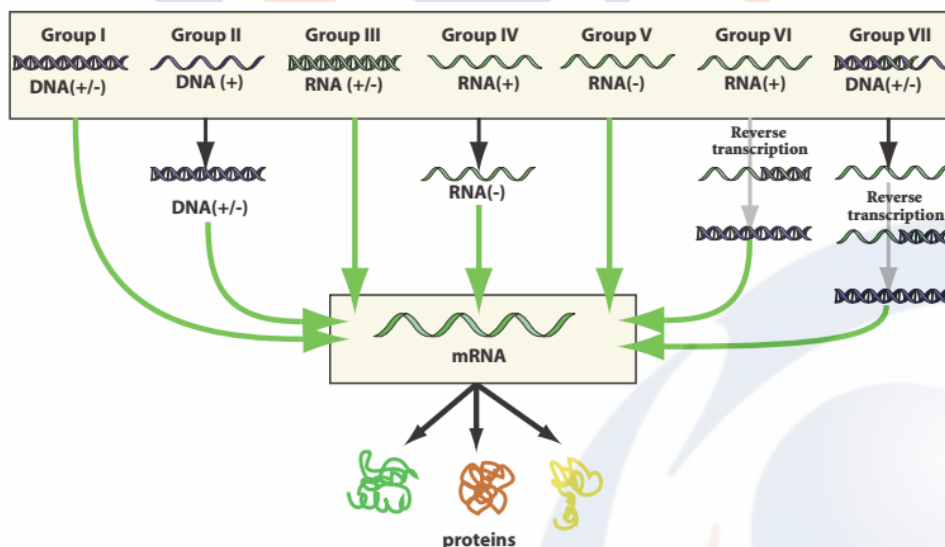
Prion dapat mengakibatkan penyakit *Transmissible Spongiform Encephalopathies* (TSE), dimana ini adalah kelompok penyakit yang dapat menyerang mamalia dan mengakibatkan kerusakan otak. Kerusakan otak yang terjadi dapat berupa bentuk otak yang seperti spons (Gambar 6).



Gambar 6. Pengamatan mikroskop pada otak penderita TSE menampakkan adanya bentuk seperti spons pada otak (sumber: Wikipedia).

Organisasi yang secara internasional dikenal untuk mengelompokkan virus adalah **International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV)**. Organisasi ini bertanggung jawab untuk membuat suatu prosedur pengelompokan virus dan juga menentukan virus tertentu ada pada kelompok tertentu. Beberapa karakter seperti struktur virus, metode replikasi, jumlah dan ukuran protein struktural dan non struktural, sekuen genom, jenis inang, tropisme sel dan inang, patogenesis, cara transmisi dan masih banyak karakteristik lain yang digunakan untuk mengelompokkan virus.

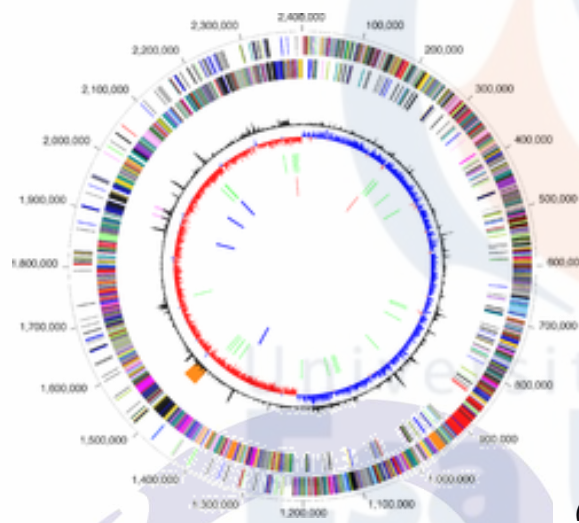
Cara pengelompokan virus yang kedua yaitu dengan melihat jenis material genetik virus tersebut. Metode yang dikenal sampai sekarang adalah dengan sistem Baltimore. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa virus memiliki jenis asam nukleat yang berbeda, DNA atau RNA, bisa berbentuk linier atau sirkuler, dan bahkan bisa dalam bentuk untai ganda maupun untai tunggal. Pada sistem Baltimore virus dikelompokkan menjadi beberapa grup berdasarkan variasi material genetik ini (Gambar 7). Hal ini akan kita pelajari lebih detail pada pembahasan mengenai genom virus.



Gambar 7. Pengelompokan virus berdasarkan sistem Baltimore membedakan virus berdasarkan material genetiknya (sumber: Condit, 2013).

**Genom** adalah keseluruhan informasi genetika yang terdapat pada makhluk hidup atau organisme. Sedangkan **gen** adalah material genetik yang

mengkode protein tertentu. Gen merupakan bagian dari genom sehingga genom terdiri dari beberapa gen dan juga material genetik di antara gen (Gambar 8).



(www.wikipedia.com)

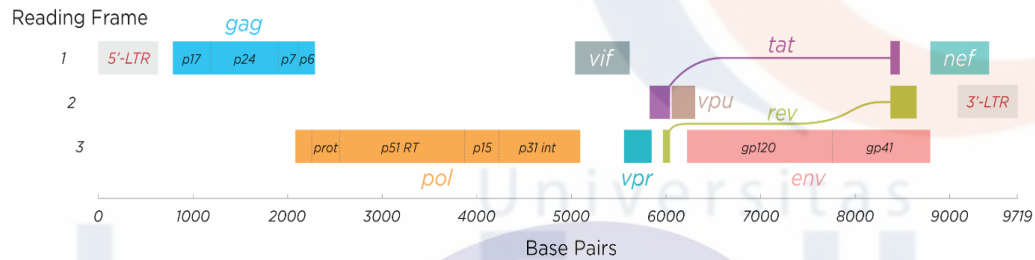
Gambar 8. Genom, yang tersusun dari puluhan hingga ratusan ribu gen.

Terdapat beberapa perbedaan dibandingkan dengan genom makhluk hidup tingkat tinggi, antara lain :

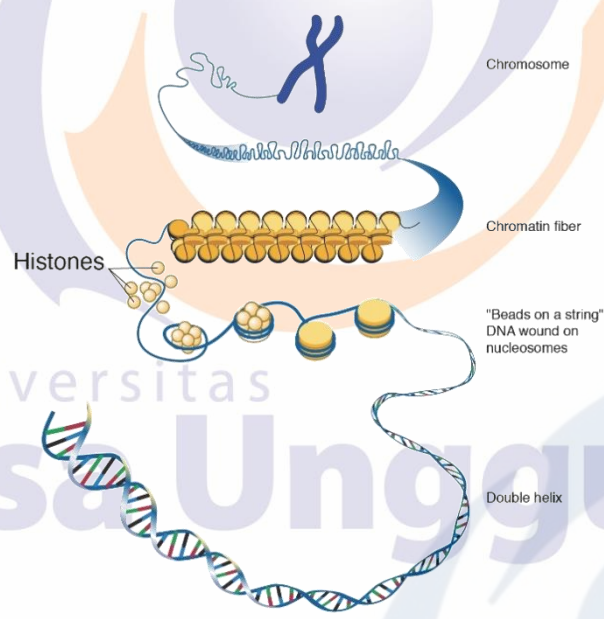
- (1) Pada virus, genom yang ada pada dirinya hanya berupa DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) atau RNA (*Ribonucleic Acid*). Hanya sedikit virus yang memiliki kedua jenis genom ini.
- (2) Genom pada virus hanya sedikit memiliki gen yang mengkode protein.
- (3) Ukurannya tidak sebesar pada makhluk hidup tingkat tinggi (kurang dari 2.000 basa hingga lebih besar dari 2,5 juta basa). Pada genom HIV misalnya, memiliki panjang  $\pm 9.000$  basa (9 kb) yang mengkode beberapa gen baik struktural (gen *gag* dan *env*) serta gen yang mengkode beberapa protein yang diperlukan untuk perbanyakan dirinya (gen *pol*, *vif*, *nef*, *tat*, *vpu*, *ref* dan *vpr*) (Gambar 9).
- (4) Genom virus tidak memiliki protein histon. Protein ini diperlukan dalam pengepakan atau pengemasan genom di dalam inti sel yang berukuran sangat kecil, sehingga genom dapat masuk ke dalam inti sel. Seperti yang telah disampaikan pada sebelumnya bahwa beberapa organisme memiliki ukuran genom yang sangat panjang karena



tersusun dari ratusan ribu basa DNA. Apabila tidak dikemas bersama dengan histon, maka genom ini dimungkinkan tidak dapat masuk ke dalam inti sel. Sehingga protein histon ini membantu dalam pengemasan genom (Gambar 10).



Gambar 9. Genom HIV dengan panjang 9.000 basa tersusun dari gen pengkode protein struktural maupun non struktural (sumber: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)).



([www.genome.gov](http://www.genome.gov))

Gambar 10. Genom dikemas bersama dengan protein histon membentuk kromosom sehingga dapat masuk ke dalam inti sel ([www.genome.gov](http://www.genome.gov)).

Genom virus memiliki beberapa bentuk yaitu :

1. DNA untai ganda (dsDNA).
2. DNA untai tunggal (ssDNA).
3. DNA untai ganda bercelah (gapped DNA).

4. RNA untai ganda (dsRNA).
5. RNA untai tunggal (ssRNA) dengan untai positif.
6. RNA untai ganda (ssRNA) dengan untai negatif.
7. RNA untai tunggal yang ditranskripsikan dari DNA intermedier.

Berdasarkan bentuk genom ini, maka virus dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok/grup (sistem Baltimore), yaitu

**Grup I** : virus DNA untai ganda (dsDNA).

**Grup II** : virus DNA untai tunggal (ssDNA).

**Grup III** : virus RNA untai ganda (dsRNA).

**Grup IV** : virus RNA untai tunggal (ssRNA) dengan untai positif.

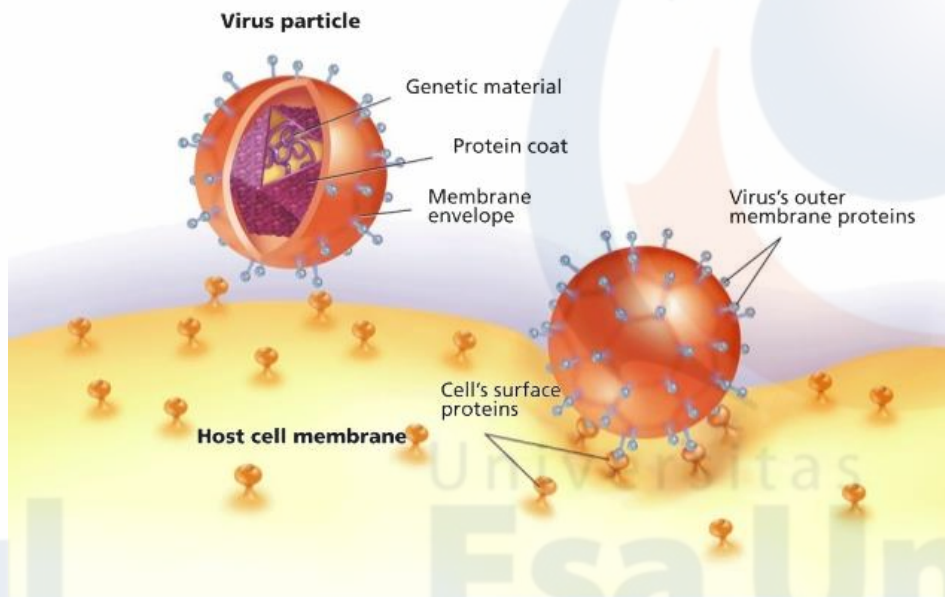
**Grup V** : virus RNA untai tunggal (ssRNA) dengan untai negatif.

**Grup VI** : virus RNA untai tunggal yang bereplikasi dengan DNA intermedier.

**Grup VII** : virus DNA untai ganda yang bereplikasi dengan intermedier RNA untai tunggal.

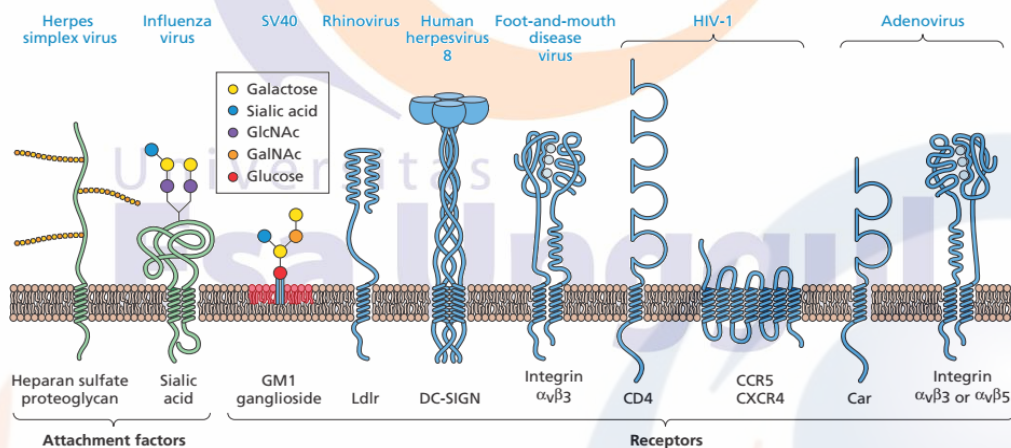
Perlu diperhatikan, bahwa genom virus tidak memiliki gen pengkode protein yang diperlukan dalam sintesis protein, yaitu protein ribosom serta tidak dapat menghasilkan rRNA yang diperlukan dalam pembentukan organel ribosom. Konsekuensinya virus tidak dapat menghasilkan protein sendiri, tetapi harus menggunakan perangkat sintesis dari sel inang. Sehingga perkembangbiakan virus sangat tergantung dari sel inang yang diinfeksi.

Virus yang menginfeksi hewan memerlukan proses perlekatan dengan protein di permukaan sel inang. Protein-protein ini dinamakan dengan **reseptor virus**. Setiap virus memiliki reseptornya masing-masing sehingga virus secara spesifik akan menginfeksi sel tertentu. Karakteristik ini dinamakan dengan **tropisme virus**. Virus memiliki tropisme terhadap sel, jaringan bahkan inang yang berbeda-beda. Sehingga terdapat virus yang menginfeksi sel-sel paru, sel-sel epitel bahkan ada virus yang spesifik menginfeksi hewan saja atau tumbuhan saja.



Gambar 11. Proses perlekatan virus dengan reseptor di permukaan sel inang

Kembali kepada pengenalan reseptor di permukaan sel dengan virus, reseptor ini memiliki bentuk yang bermacam-macam yaitu bisa berupa glikoprotein, proteoglikan, integrin dan lain-lain (Gambar 12).



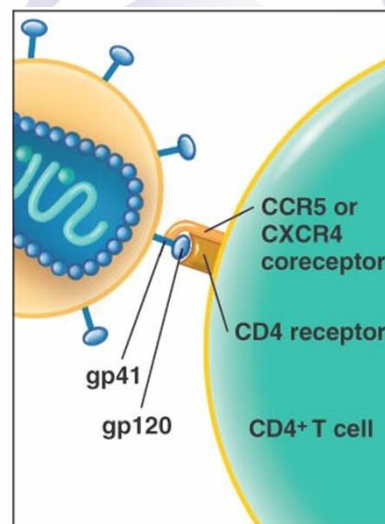
Gambar 12. Macam-macam reseptor virus di permukaan sel yang dapat digunakan oleh virus untuk masuk ke dalam sel.

Gambar 12 memperlihatkan berbagai macam reseptor yang bisa dikenali oleh virus. Terlihat dari bentuk atau struktur reseptornya juga bermacam-macam. Semisal untuk virus dari Adenovirus dapat mengenali reseptor berupa integrin dan

Car, sedangkan virus HIV bisa mengenali CD4 dan CXCR4 atau CCR5, dan sebagainya. Terlihat bahwa setiap virus akan mengenali reseptornya yang spesifik.

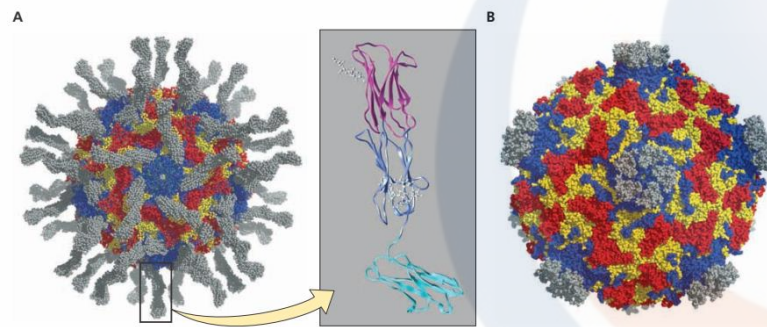
Pada Gambar 12 tersebut juga terdapat protein *attachment factor*. Protein-protein ini hanya berfungsi untuk perlekatan antara virus dengan sel, tetapi tidak membantu virus masuk ke dalam sel.

Beberapa virus juga memerlukan reseptor tambahan (ko-reseptor) untuk dapat masuk ke dalam sel, contohnya pada virus HIV. Virus ini memiliki reseptor utama molekul protein CD4 yang terdapat pada permukaan sel limfosit T *helper*. Selain reseptor ini, HIV memerlukan ko-reseptor berupa molekul CXCR4 yang terdapat pada sel limfosit T *helper*. Selain itu, HIV juga memiliki ko-reseptor CCR5 yang terdapat pada sel makrofag.



Gambar 13. Virus HIV menggunakan reseptor utama CD4 dan ko-reseptor berupa CCR5 atau CXCR4 untuk dapat masuk ke dalam sel.

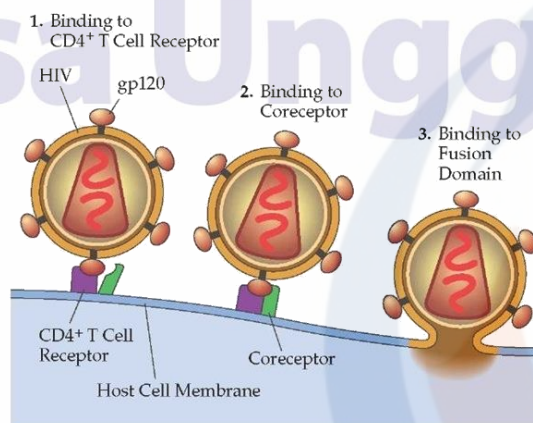
Untuk **virus telanjang**, proses perlekatan terjadi antara protein kapsid dengan reseptor, contohnya pada virus polio (Gambar 14).



Gambar 14. Bagian kapsid (warna abu-abu) pada poliovirus (A) dan Rinovirus (B) berlekatan dengan reseptor (kotak abu-abu) (sumber: Flint et al, 2015).

Selain itu, pada virus telanjang perlekatan juga bisa terjadi antara kapsid yang terjulur panjang dengan reseptor (Gambar 14). Pada Gambar 14 tersebut terlihat adanya proses perlekatan antara protein virus dengan reseptornya. Contoh ini terjadi pada Adenovirus. Protein pada kapsidnya menjulur jauh dan terdiri atas bagian *knob*, *shaft* dan *penton base* (Gambar 14A). Bagian knob dan reseptor yang dinamakan Car membentuk struktur trimer, sehingga dapat saling mengenali dan berikatan (Gambar 14B).

Proses perlekatan pada **virus berselubung** (*enveloped virus*) proses pengenalan reseptor terjadi antara protein pada selubung virus dengan protein transmembran inang (Gambar 15). Sebagai contoh adalah protein gp120 pada HIV yang berlekatan dengan CD4 pada sel limfosit T *helper*. Juga perlekatan antara protein hemaglutinin virus influenza dengan asam sialat pada permukaan sel.



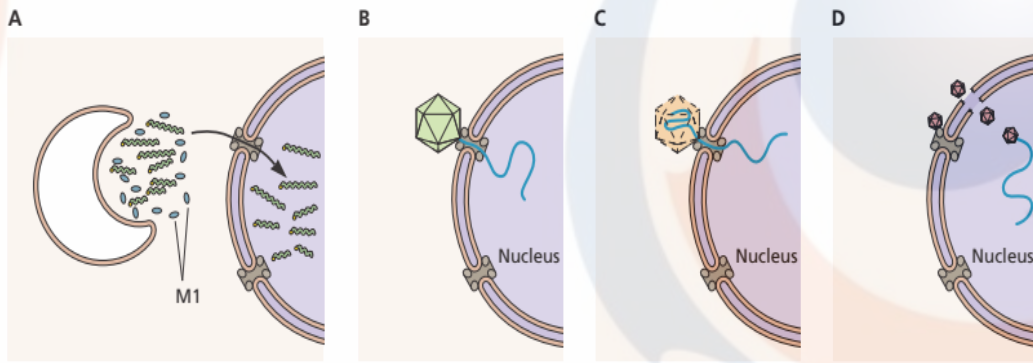
Gambar 15. Perlekatan protein gp120 pada HIV dengan molekul CD4 pada sel inang.

Proses *uncoating* adalah proses pembukaan kapsid (pada virus telanjang) atau kapsid dan selubung (pada virus berselubung) setelah virus melekat dengan reseptor. Terdapat perbedaan proses *uncoating* pada virus telanjang dan virus berselubung. Pada **virus telanjang**, proses *uncoating* dilakukan dengan **endositosis**, yaitu memasukkan partikel virus ke suatu vesikel (kantong) ke dalam sitoplasma sel (Gambar 16).



Gambar 16. Proses uncoating pada virus telanjang. Virus akan masuk melalui proses endositosis, kemudian ketika di sitoplasma, kapsid virus akan terbuka sehingga material genetik virus dapat keluar ke sitoplasma sel (sumber: Nossedotti in Wikipedia).

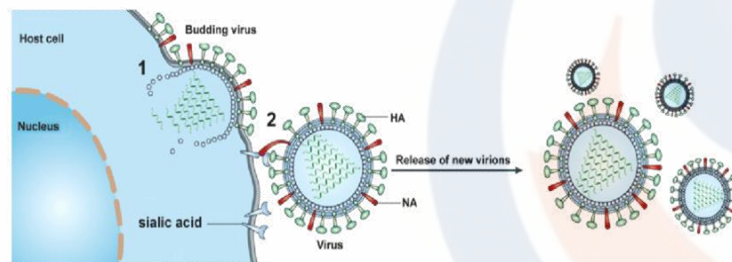
Beberapa virus RNA dan DNA melakukan integrasi genomnya masuk ke dalam nukleus dan kemudian akan membelah bersama sel inang. Proses integrasi genom virus ke genom inangnya dibantu dengan enzim. Virus HIV misalnya memiliki gen integrase. Proses masuknya genom ke dalam nukleus sel inang terjadi dengan beberapa cara, yaitu dengan memasukkan segmen genom virus yang kecil ke dalam inti; kemudian ada juga yang menggunakan cara kapsid melekat pada membran inti kemudian kapsid terbuka sehingga genom dapat dilepaskan ke dalam inti; ada juga virus-virus yang berukuran sangat kecil masuk ke dalam inti sel dan kemudian memecahkan kapsidnya di dalam inti sel untuk melepaskan genomnya (Gambar 17).



Gambar 17. Proses integrasi genom virus ke genom sel inang. A) Segmen genom yang kecil (virus influenza), (B) dan (C) kapsid melekat pada membran inti, genom dikeluarkan ke dalam inti (herpesvirus dan adenovirus), (D) partikel virus berukuran sangat kecil masuk ke dalam inti dan mengeluarkan genom (parvovirus dan hepadnavirus) (sumber: Flint et al, 2015).

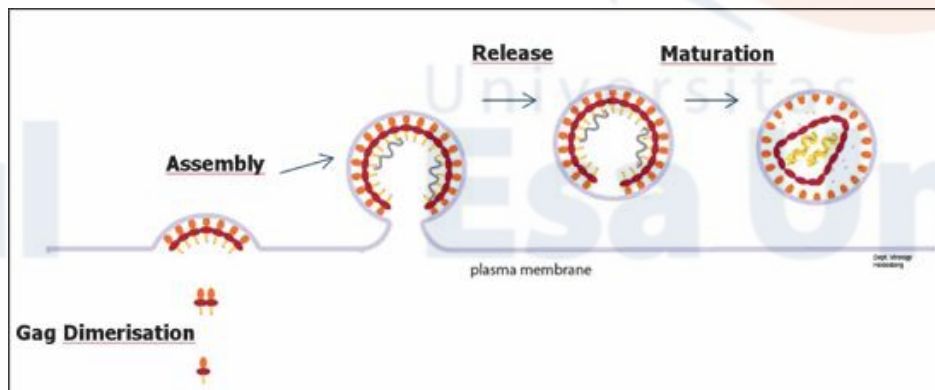
Setelah genom virus terintegrasi ke dalam genom sel inang, maka proses transkripsi dan translasi pun terjadi. Setelah proses transkripsi terjadi beberapa modifikasi pada genom virus, yaitu **penambahan  $m^7GpppN$  pada ujung 5'** (*capping*), **penambahan sekuen A yang berulang pada ujung 3'** (*poliadenilasi*) dan **pemotongan sekuen RNA tertentu (*splicing*)**. Modifikasi ini sering disebut dengan *RNA processing*. Proses ini penting karena dari sini akan dihasilkan mRNA yang siap untuk proses translasi.

Setelah menggandakan genomnya dan melakukan sintesis proteinnya, maka virus akan melakukan perakitan membentuk virus utuh sebelum dikeluarkan dari sel. Proses perakitan virus dapat dilihat pada Gambar 18. Pada proses ini akan nampak pertunasan virus (*budding*).



Gambar 18. Proses perakitan virus (1), hingga pelepasannya keluar sel, siap menginfeksi sel sehat lainnya (2).

Proses perakitan virus kemudian diikuti oleh proses pelepasan virus ke luar sel. Pada proses ini terjadi pembentukan selubung virus yang bisa diambil dari membran sel inang, sehingga mengakibatkan kerusakan sel inang. Namun, ada pula pembentukan selubung virus ini tidak mengakibatkan kerusakan membran sel inang. Setelah keluar sel, virus akan mengalami maturasi, siap menginfeksi sel lain (virion) (Gambar 19).



Gambar 19. Proses pelepasan virus ke luar sel yang diikuti dengan proses maturasi membentuk virion siap menginfeksi sel baru.

### C. Latihan

- Bagaimanakah struktur virus itu?
- Sistem pengelompokan virus berdasarkan genomnya disebut dengan...
- Genom virus dapat masuk ke dalam inti sel dan bergabung dengan genom inang yang disebut dengan proses....

### D. Kunci jawaban

- Virus tersusun atas material genetik dan protein
- Sistem Baltimore.
- Integrasi.

### E. Daftar Pustaka

- Brooks, G.F, et al. 2013. Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology. 26th ed. Mc.Graw Hill Medical. New York.
- Flint, J, et al. 2015. Principles of Virology. 4th ed. ASM Press. Washington.



3. Pommerville, J.C. 2011. Alcarno's Fundamentals of Microbiology. 9th ed. Jones and Bartlett Publishers. Massachusetts.
4. Condit, R.C. 2013. Fields Virology. 6th Edition. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia.
5. Kovalskaya, N and R.W, Hammond. 2014. Molecular Biology of Viroid-Host Interaction and Disease Control Strategies. *Plant Science*. 228. 48-60.
6. Avededo-Morantes, C and H. Wille. 2014. The Structure of Human Prion: From Biology to Structural Models-Consideration and Pitfalls. *Viruses*. 6. 3875-3892.

Universitas  
**Esa Unggul**