

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

Virus merupakan salah satu jenis parasit berukuran mikroskopik yang dapat menginfeksi sel organisme biologis (Priastomo *et al*, 2021:1) Virus bersifat subselular karena memiliki ukuran tubuh sangat kecil, sehingga hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Adapun ciri-ciri virus yaitu:

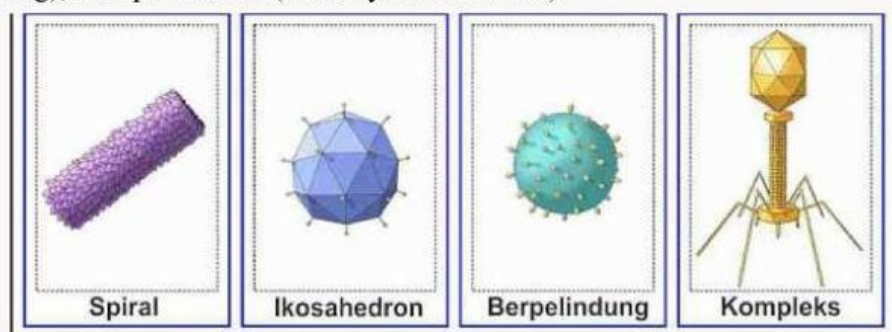
1) Ukuran Tubuh Virus

Virus memiliki ukuran yang bervariasi, secara umum virus memiliki diameter antara 20 hingga 400 nanometer tergantung jenis dan kelompoknya. Ukuran tubuh virus dapat diketahui dengan melakukan 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

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

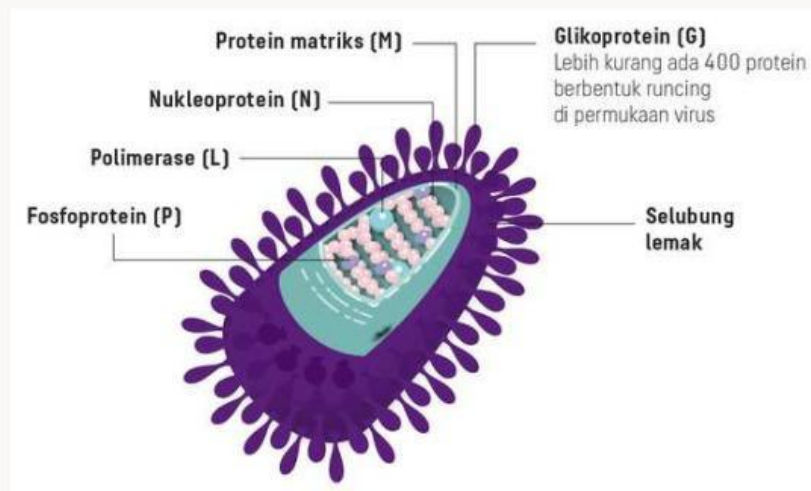
Virus mempunyai ukuran serta bentuknya beragam, dimana ukuran dan bentuk merupakan ciri khas bagi tiap tipe virus (Priastomo *et al*, 2021:5). Adapun struktur tubuh pada bentuk-bentuk virus yaitu:

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) Rabies

Virus rabies memiliki struktur tubuh berbentuk heliks dengan panjang sekitar 180 nanometer dan diameter sekitar 75 nanometer. Struktur virus rabies terdiri dari nukleokapsid yang mengandung materi genetik virus RNA dan dibungkus oleh kapsid protein, diluar kapsid terdapat lapisan lipid yang membentuk envelope virus dimana glikoprotein viral akan menonjol.

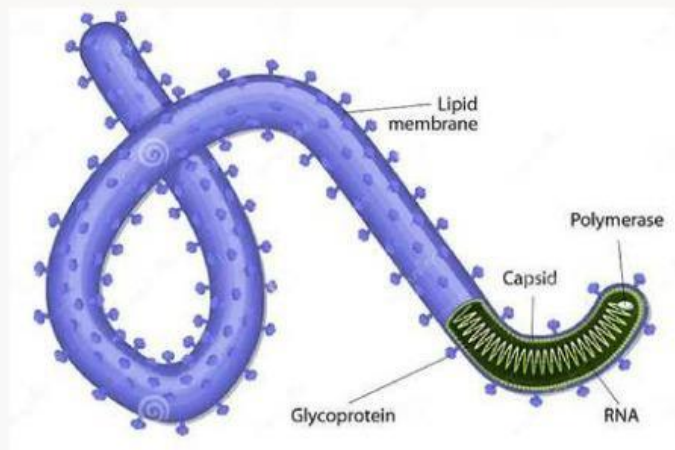


Gambar 1.2 Struktur Tubuh Virus Rabies

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

b) Virus Ebola

Virus ebola memiliki struktur tubuh berbentuk heliks dengan panjang sekitar 800-1000 nanometer dan diameter sekita 80 nanometer, dengan permukaan luarnya dilapisi protein glikoprotein membentuk struktur seperti duri, dimana bagian dalamnya terdapat materi genetik berupa RNA yang dibungkus oleh kapsid protein.

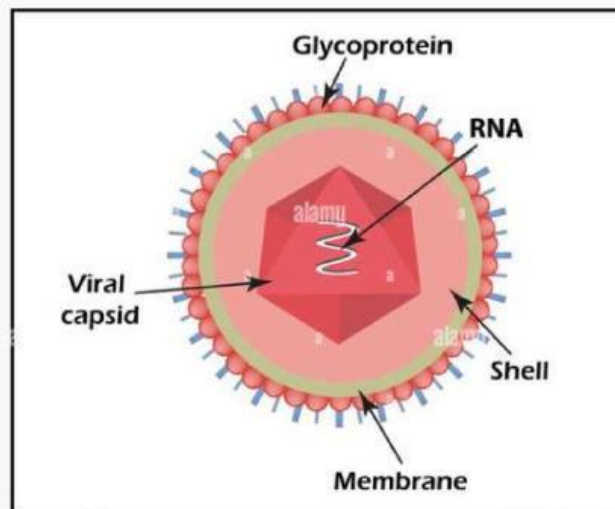


Gambar 1.3 Struktur Tubuh Virus Ebola

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 memiliki bentuk simetris tiga dimensi yang terdiri dari 20 segitiga sama sisi dan membentuk poliedron, dimana permukaan luarnya dilapisi kapsid yang berfungsi untuk melindungi materi genetik pada virus polio.

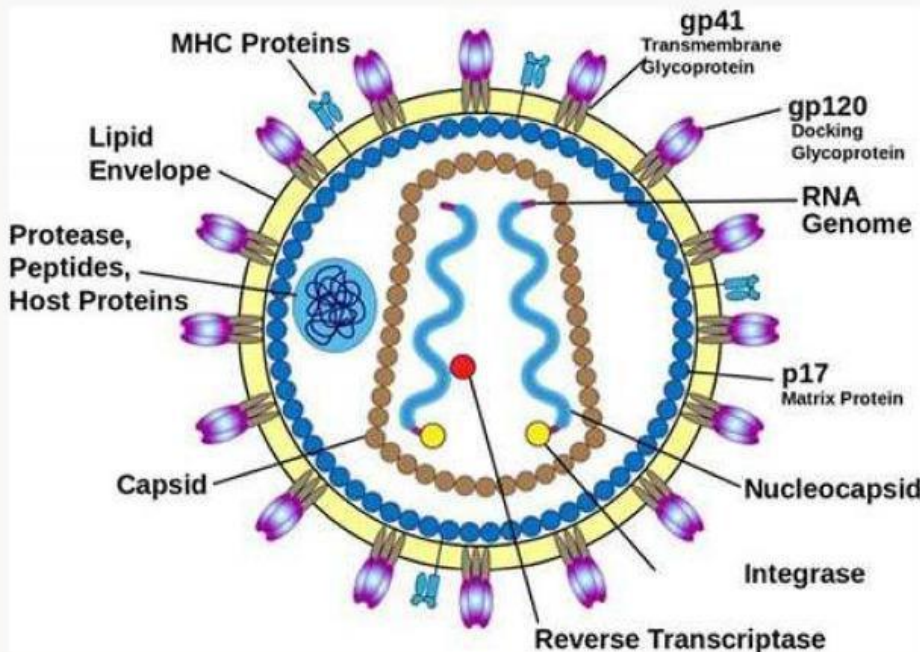


Gambar 1.4 Struktur Tubuh Virus Polio

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

3) Berpelindung

Virus berpelindung memiliki struktur tubuh berbentuk bulat dan mengacu pada struktur fisik dari virus yang melibatkan keberadaan lapisan pelindung yang mengelilingi materi genetik, dimana lapisan ini dapat berupa kapsid protein, selubung membran, atau kombinasi keduanya, contohnya virus HIV. Struktur tubuh HIV berbentuk bulat dan memiliki Selubung (Envelope), dimana virus HIV memiliki selubung membran luar yang berasal dari sel inangnya, selubung ini mengandung protein-protein yang diperlukan untuk penempelan dan penetrasi virus ke sel inang.



Gambar 1.5 Struktur Tubuh Virus 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:

a. Kepala

Pada bagian ini berisi materi genetik virus, baik berupa DNA atau RNA.

b. Ekor

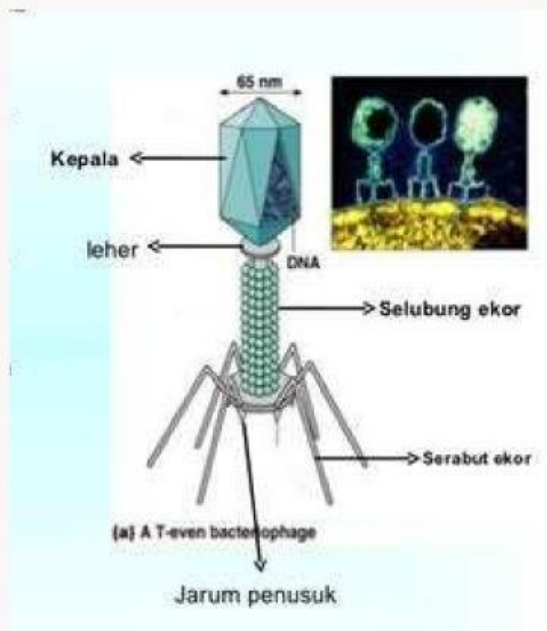
Ekor, merupakan struktur panjang yang menonjol dari kepala. Fungsinya adalah untuk menempel pada permukaan bakteri inang dan menyuntikkan materi genetik virus ke dalam sel bakteri.

c. Serabut

Bakteriofage memiliki serabut menonjol dari kepala mereka yang dapat membantu bakteriofage dalam menemukan dan menempel pada bakteri inang.

d. Plate Base dan Tail Fiber

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 1.6 Struktur Tubuh Virus Bakteriofage

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

C. Reproduksi Virus

Reproduksi atau yang biasa disebut replikasi merupakan proses perjalanan replikasi virus yang membutuhkan RNA atau DNA makhluk hidup lain atau inangnya (Yani, 2018:42). Keberhasilan virus dalam bereproduksi tergantung pada jenis virus dan kondisi dalam ketahanan sel inang. Reproduksi virus terbagi menjadi dua siklus yaitu:

1) Siklus Litik

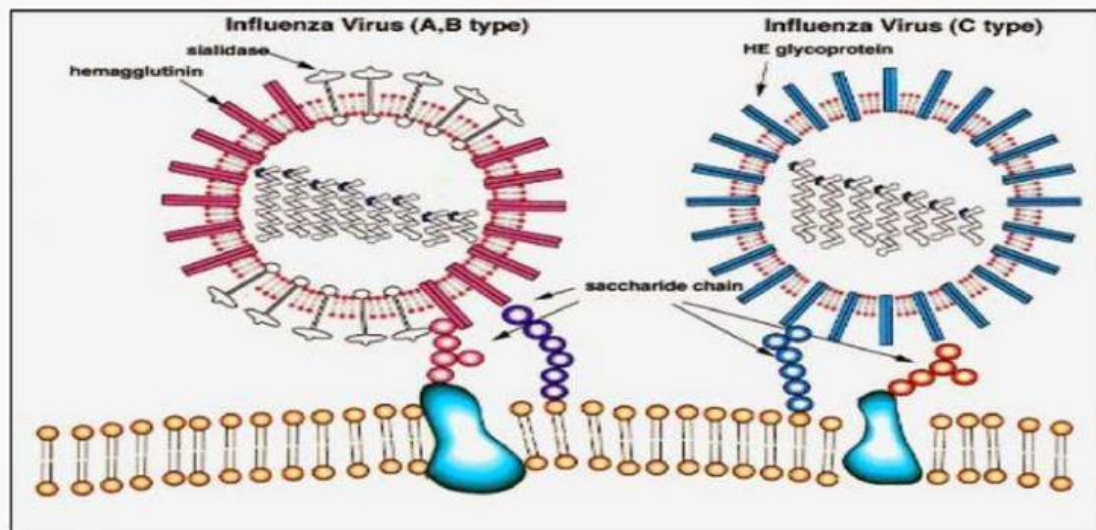
Secara litik, virus menginfeksi sel inang dan mereplikasi diri dengan cepat, kemudian merusak sel inang untuk melepaskan virus baru. Proses ini biasanya mengakibatkan kematian sel inang dan menghasilkan banyak virus baru dalam waktu singkat. Contoh virus yang bereproduksi secara litik yaitu:

a. 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 reproduksi virus influenza:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.



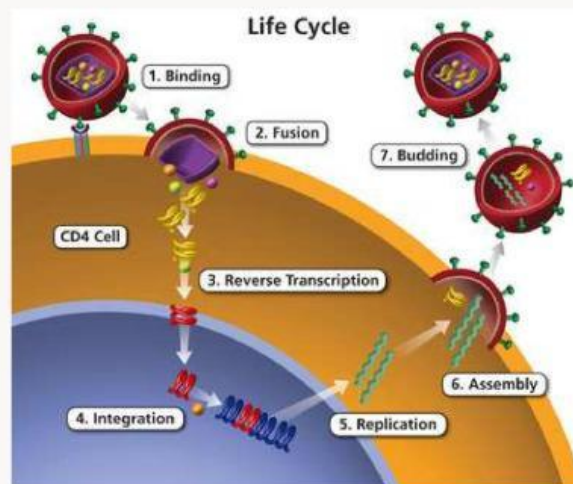
Gambar 1.7 Reproduksi Virus Influenza

Sumber: (Angi, 2017)

b. HIV (*Human Immunodeficiency Virus*)

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 1.8 Reproduksi HIV

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

c. Bakteriofage

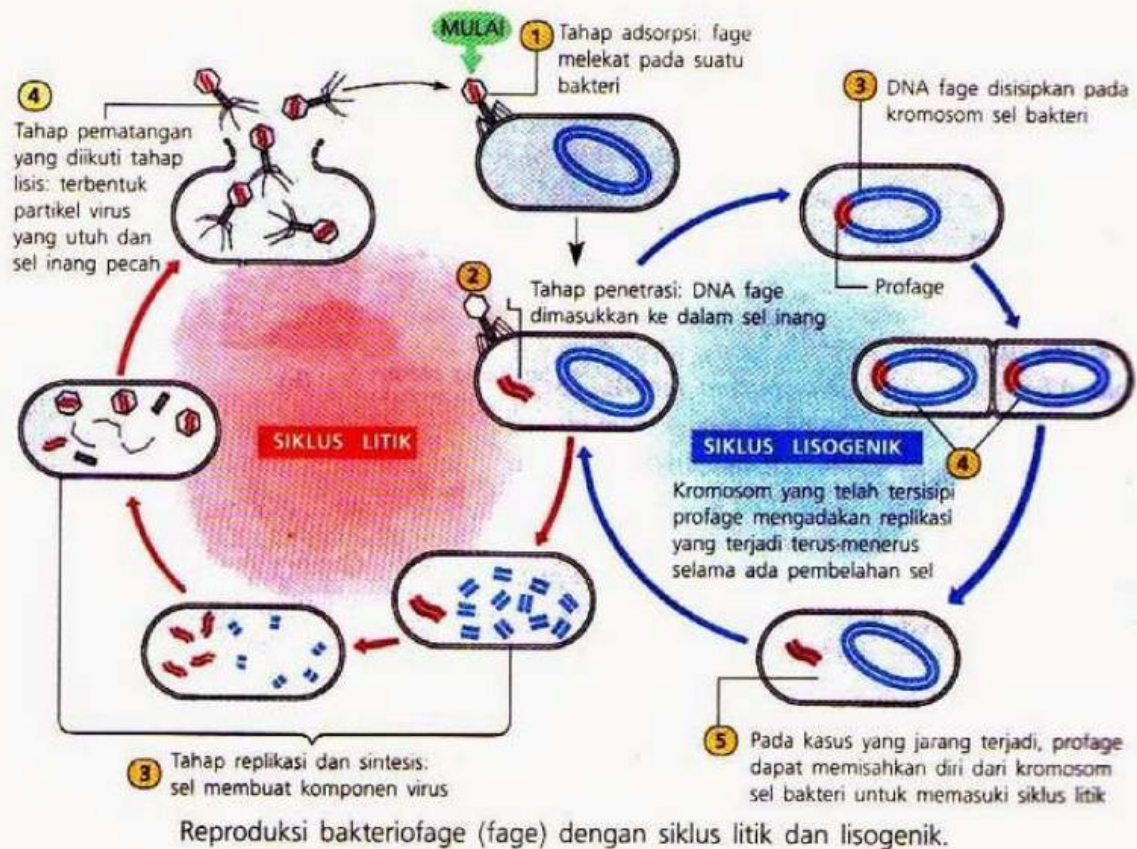
Siklus litik berlangsung di dalam nukleat dimana bakteriofage mengambil alih fungsi mesin biosintesis inang dan m-RNA spesifik bakteriofag untuk melakukan sintesis protein. Fag virulen menyebabkan kematian sel inang melalui proses lisis di akhir siklus hidupnya. Tahapan dari siklus litik meliputi 1) adsorpsi, 2) penetrasi yang dilakukan dengan menyuntikan 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 perbanyakan 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 perusakan pada dinding sel inang menggunakan protein fag seperti holing atau lisozim. Proses pelepasan fag mature dari sel inang disebut lisis.

2) Siklus Lisogenik

Dalam siklus lisogenik, virus menyisipkan materi genetiknya ke dalam genom sel inang tanpa merusaknya. Virus dalam keadaan laten dan dapat tetap ada dalam sel inang untuk jangka waktu yang lama tanpa menunjukkan gejala penyakit. Pada kondisi tertentu, virus dalam siklus lisogenik dapat beralih ke siklus litik, dimana mereka mulai mereplikasi diri dan menyebabkan sel inang rusak. Contoh virus yang bereproduksi secara lisogenik yaitu bakteriofage.

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 melisis bakteri inangnya. Susunan gen pada profag dapat mengubah sifat sel bakteri dan memberikan sifat baru pada bakteri anakan.



Gambar 1.9 Reproduksi Bakteriofage

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

Klik menu “AKTIVITAS”



AKTIVITAS