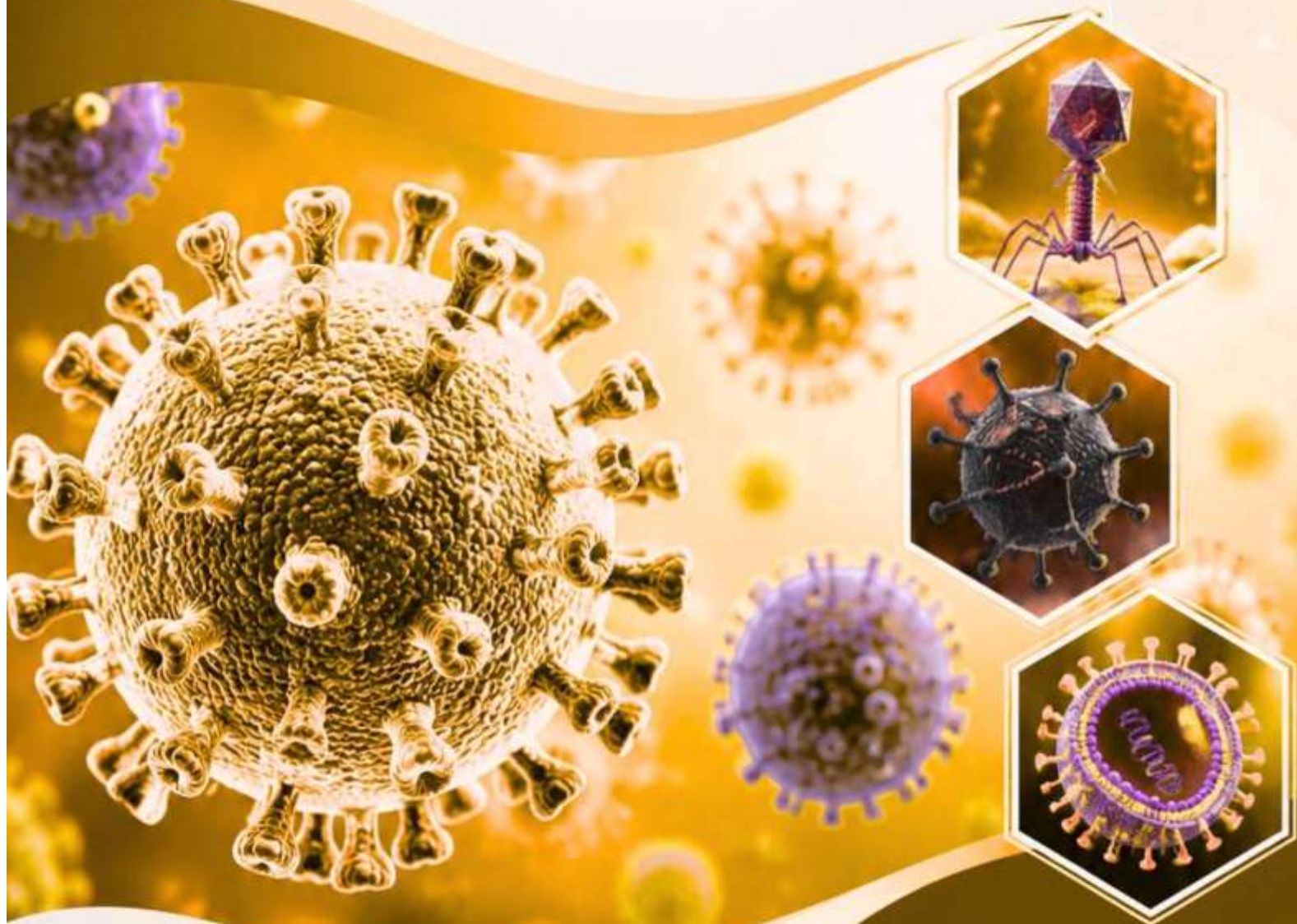


VIRUS

Disusun untuk Melengkapi Pedoman Tugas
pada Mata Kuliah Microeteaching



Struktur



Replikasi



Peran



Pencegahan

Disusun Oleh:

Mira Wahyuni, M.Pd

MODUL AJAR

VIRUS

Disusun untuk Melengkapi Pedoman Tugas pada Mata Kuliah
Microeteaching

Disusun Oleh:
Mira Wahyuni, M.Pd



Program Studi Tadris Biologi
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Medan
2026

**HALAMAN PENGESAHAN PENGEMBANGAN
BAHAN PEMBELAJARAN**

1. Judul Bahan Pembelajaran : Modul Ajar Virus
2. Bidang Ilmu : Pendidikan Biologi
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap dan Gelar: : Mira Wahyuni, M.Pd
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP. : 197801102006042002
 - d. Pangkat/ Golongan : IV a/ Pembina
 - e. Jabatan : Lektor
 - f. Fakultas : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
 - g. Universitas : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
4. Jumlah Penulis : 1 Orang
5. Kelas Pengguna : S1 Program Studi Tadris Biologi, Semester VI
6. Waktu Penulisan : 1 Bulan

Mengetahui,
Dekan
an. Wakil Dekan I



Prof. Dr. Candra Wijaya, M.Pd
NIP. 197404072007011037

Medan, 26 Februari 2026
Penulis

Mira Wahyuni, M.Pd
NIP. 197801102006042002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga Modul Ajar Materi Virus ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Modul ajar ini disusun sebagai salah satu perangkat pembelajaran yang diharapkan dapat mendukung pelaksanaan proses pembelajaran Biologi, khususnya pada materi Virus. Penyusunan modul ini bertujuan untuk menyediakan bahan ajar yang sistematis, sehingga dapat membantu pendidik dalam melaksanakan pembelajaran serta memfasilitasi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Penulis menyadari bahwa modul ajar ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini pada masa yang akan datang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyusunan modul ini.

Akhir kata, semoga modul ajar ini dapat memberikan manfaat bagi pendidik, peserta didik, dan semua pihak yang menggunakannya sebagai salah satu sumber belajar dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna.

Medan, 25 Februari 2026



Mira Wahyuni

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
Informasi Umum	2
ASESMENT AWAL	11
ASESMENT FORMATIF	14
LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN PRESENTASI	16
ASSESSMENT SUMATIF	20
MEDIA AJAR	22
LKPD	25
BAHAN AJAR.....	35
DAFTAR PUSTAKA	43

Tingkat Pemahaman Peserta Didik	Diferensiasi Konten	Diferensiasi Proses	Diferensiasi Produk
Paham	Peserta didik diberikan materi pengayaan terkait peranan virus yang lebih kompleks, misalnya pemanfaatan virus dalam bidang bioteknologi dan vaksin.	Peserta didik melakukan analisis lebih mendalam melalui diskusi kelompok dan mencari referensi tambahan dari jurnal atau artikel ilmiah.	Peserta didik membuat rangkuman atau infografis mengenai peranan virus yang menguntungkan dan merugikan bagi kehidupan.
Sebagian Paham	Peserta didik mempelajari materi pokok mengenai pengertian virus, ciri-ciri virus, serta contoh virus yang merugikan dan menguntungkan.	Peserta didik berdiskusi dalam kelompok dengan bimbingan guru serta menggunakan LKPD untuk membantu memahami konsep.	Peserta didik menyajikan hasil diskusi dalam bentuk jawaban tertulis pada LKPD dan mempresentasikannya secara sederhana.
Belum Paham	Peserta didik diberikan penjelasan kembali mengenai konsep dasar virus menggunakan	Guru memberikan pendampingan lebih intensif melalui tanya jawab, penjelasan	Peserta didik membuat catatan sederhana atau peta konsep mengenai pengertian dan ciri-ciri virus sebagai bentuk pemahaman dasar.

	contoh-contoh yang lebih sederhana.	ulang, dan bantuan teman sebaya dalam kelompok.	
--	-------------------------------------	---	--

Informasi Umum

A. Identitas Modul Ajar

Nama Penulis : Mira Wahyuni

Instansi : Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Mata Pelajaran : Biologi Jenjang : SMA/MA

Sederajat Kelas/ Fase XII/F

Alokasi Waktu : 1x 45 Menit

Kompetensi Inti

A. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan Profil Pelajar Pancasila. Di akhir fase E, peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri virus, membedakan proses replikasi

virus, mengidentifikasi peranan virus, menciptakan solusi terhadap penyebaran virus, dan mendeskripsikan peranan virus dalam bioteknologi

B. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah melaksanakan kegiatan diskusi kelompok pada pembelajaran biologi dengan menggunakan model Problem Based Learning (PBL) yang membahas tentang virus, termasuk virus COVID-19, peserta didik diharapkan dapat mengidentifikasi dan menganalisis peran virus yang memberikan manfaat maupun dampak merugikan bagi kehidupan secara tepat
2. Setelah mengikuti diskusi kelompok dalam pembelajaran biologi dengan menerapkan model Problem Based Learning (PBL) mengenai virus, khususnya virus COVID-19, peserta didik diharapkan mampu menarik kesimpulan tentang berbagai upaya pencegahan serta metode pengobatan terhadap infeksi virus secara tepat

C. Kompetensi Awal

Sebelum memulai kegiatan pembelajaran, peserta didik mampu memahami ciri-ciri virus dan mampu membedakan proses replikasi virus

D. Profil Pelajar Pancasila

1. Bergotong royong

Peserta didik memiliki kemampuan untuk aktif dalam pembelajaran, bekerja sama dan saling membantu dalam proses pembelajaran

2. Bernalar kritis

Peserta didik memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi masalah, mencari solusi dari berbagai sumber dan menyampaikan ide atau gagasan

E. Pemahaman Bermakna

Penyakit COVID-19 yang disebabkan oleh Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2), peserta didik diharapkan dapat memahami bahwa sebagian besar virus bersifat merugikan karena memiliki cara hidup sebagai parasit intraseluler obligat yang hanya dapat berkembang biak di dalam sel

hidup. Namun demikian, terdapat pula beberapa jenis virus yang memberikan

manfaat dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang untuk meningkatkan kesejahteraan manusia.

F. Pertanyaan Pemantik

Virus corona jenis baru yaitu Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus

2 (SARS-CoV-2) yang menyebabkan penyakit COVID-19 pertama kali teridentifikasi di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China pada sekitar November 2019. Sejak kemunculannya, kasus COVID-19 kemudian menyebar ke berbagai negara di dunia, termasuk Indonesia. Virus ini diketahui memiliki tingkat penularan yang sangat cepat dan dapat menginfeksi siapa saja tanpa memandang usia maupun latar belakang.

1. Bagaimana proses penularan virus corona yang menyebabkan COVID-19?
2. Apa saja dampak yang ditimbulkan akibat penyebaran virus corona tersebut?
3. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk menekan atau mencegah penularan virus corona?

G. Target Peserta Didik

1. Peserta didik reguler /tipikal: umum, peserta didik tidak memiliki kesulitan dalam memahami materi ajar
2. Jumlah peserta didik : 25-35 orang

H. Pendekatan, Model dan Metode Pembelajaran

- a. Pendekatan : Diferensiasi
- b. Model pembelajaran : Problem Based Learning
- c. Metode pembelajaran : Saintific

I. Moda Pembelajaran

Pembelajaran dilakukan dengan pembelajaran tatap muka

J. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

Media : LKPD, Power Point dan Video Pembelajaran

Alat dan Bahan : Laptop, proyektor, roll kabel, papan tulis, spidol dan handphone

Sumber Pembelajaran : Bahan Ajar dan Internet

K. Kegiatan Pembelajaran

Pendahuluan

1. Guru menyiapkan kondisi kelas agar siap untuk belajar, kemudian membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan meminta salah seorang peserta didik memimpin doa.
2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik serta memastikan kesiapan mereka dalam mengikuti proses pembelajaran.
3. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik dengan menjelaskan pentingnya mempelajari materi virus, terutama karena berkaitan dengan pandemi COVID-19 yang pernah berdampak besar pada kehidupan manusia
4. Guru menyampaikan apersepsi dengan mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan pengalaman peserta didik mengenai pandemi yang pernah terjadi melalui beberapa pertanyaan pemantik, seperti:
 - Apa yang menyebabkan terjadinya pandemi beberapa tahun yang lalu?
 - Apa nama virus yang menjadi penyebab pandemi tersebut?
 - Bagaimana dampak virus corona terhadap kehidupan manusia?
5. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran serta menjelaskan manfaat mempelajari materi virus bagi pemahaman peserta didik tentang kesehatan dan kehidupan sehari-hari.

Kegiatan Inti

Sintaks 1. Mengorientasi peserta didik pada masalah

1. Guru menampilkan sebuah video yang menggambarkan kondisi lingkungan dan kaitannya dengan keberadaan virus sebagai pemicu munculnya masalah pembelajaran.



https://youtu.be/Pknh1_73sZs?si=MoBeZkoEYGudTNPm

2. Peserta didik diminta mengamati video dengan seksama.
3. Setelah pengamatan, peserta didik didorong untuk mengemukakan berbagai pertanyaan atau permasalahan yang muncul berkaitan dengan virus, termasuk dampaknya bagi kehidupan manusia.

Sintaks 2 : Menorganisasi Peserta didik untuk belajar

1. Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok secara heterogen, masing-masing terdiri dari 4–5 orang.
2. Guru menjelaskan tugas yang harus dilakukan oleh setiap kelompok.
3. Peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi serta menganalisis berbagai peranan virus yang terdapat di lingkungan sekitar, baik yang bersifat merugikan maupun yang memberikan manfaat.

Sintaks 3 : Membimbing penyelidikan yang dilakukan secara individu maupun kelompok

1. Peserta didik melakukan diskusi kelompok dan mengerjakan LKPD yang telah diberikan.
2. Guru membimbing dan mengarahkan peserta didik dalam menemukan berbagai informasi mengenai peranan virus di lingkungan sekitar.

-
3. Peserta didik mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar seperti buku teks, jurnal, maupun artikel ilmiah sebagai referensi untuk memahami cara pencegahan dan pengobatan infeksi virus.
 4. Guru memantau jalannya diskusi kelompok serta melakukan penilaian terhadap proses kerja sama, keaktifan, dan hasil pekerjaan peserta didik yang akan dipresentasikan.

Sintaks 4 : Mengembangkan dan menyajikan penyelesaian masalah

1. Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi dan analisis yang telah dilakukan di depan kelas.
2. Kelompok lain diberikan kesempatan untuk memberikan tanggapan, pertanyaan, atau saran terhadap hasil presentasi tersebut.
3. Guru mendampingi jalannya presentasi serta memberikan penilaian terhadap kemampuan komunikasi dan pemahaman materi peserta didik.

Sintaks 5 : Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

1. Guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap hasil diskusi (quiz)
2. Peserta didik menyimpulkan kembali konsep mengenai peranan virus serta upaya pencegahan dan pengobatan infeksi virus.
3. Guru memberikan tugas poster pencegahan virus, dan akan dikumpulkan dipertemuan selanjutnya.

Kegiatan Penutup

1. Guru bersama peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah berlangsung, dengan membahas kembali materi
-

utama serta pengalaman belajar yang diperoleh selama proses diskusi dan presentasi.

2. Peserta didik mengerjakan tes formatif sebagai bentuk evaluasi untuk mengetahui tingkat pemahaman mereka terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran, serta menegaskan kembali poin-poin penting mengenai materi virus.
4. Guru menyampaikan gambaran singkat mengenai materi atau kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan pada pertemuan berikutnya.
5. Guru menutup kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik mengucapkan hamdalah, kemudian mengakhiri pelajaran dengan salam.

L. Assessment

Bentuk Asesmen

- a. Asesmen Sikap: Observasi selama kegiatan pembelajaran berlangsung
- b. Asesmen Pengetahuan: Tes menggunakan soal yang dibagikan oleh guru.
- c. Asesmen Keterampilan: Kemampuan peserta didik dalam presentasi hasil diskusi.

Instrumen Asesmen

- a. Asesmen Sikap : Lembar observasi sikap (terlampir).
- b. Asesmen Pengetahuan: Tes tertulis pilihan ganda (terlampir).
- c. Asesmen Keterampilan: Penilaian diskusi dan presentasikan hasil diskusi(*terlampir*).

M. Remedial dan Pengayaan

1. Pengayaan

Peserta didik yang telah menyelesaikan soal LKPD dengan benar dan tuntas tentang virus, peserta didik mengerjakan tes formatif.

2. Remedial

Peserta didik yang belum dapat menyelesaikan soal tentang virus untuk mengulangi soal tersebut.

N. Refleksi

Refleksi Peserta Didik

- 1. Apakah kamu telah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik selama proses belajar berlangsung?**
- 2. Apakah materi yang dijelaskan dalam pembelajaran dapat kamu pahami dengan jelas?**
- 3. Apakah kamu mengalami kendala atau kesulitan selama mengikuti proses pembelajaran?**
- 4. Bagian materi apa yang menurutmu masih belum kamu kuasai pada pembelajaran hari ini?**
- 5. Jika mengalami kesulitan, pada bagian atau materi apa kamu merasa paling mengalami kendala dalam pembelajaran?**

Refleksi Guru

- 1. Apakah semua peserta didik dapat mengikuti kegiatan pembelajaran dengan baik selama proses belajar berlangsung?**
- 2. Apakah peserta didik mampu memahami materi tentang virus yang telah didiskusikan pada pembelajaran hari ini?**
- 3. Apakah terdapat peserta didik yang mengalami kesulitan selama proses pembelajaran berlangsung?**
- 4. Apakah pelaksanaan pembelajaran yang saya lakukan telah berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun sebelumnya?**
- 5. Upaya atau langkah apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan dan memperbaiki proses pembelajaran ke depannya?**

O. Glosarium

Bioteknologi : Ilmu yang menerapkan prinsip ilmiah dan kereayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan mentah organik maupun

anorganik dengan bantuan makhluk hidup seperti mikroorganisme.

Covid-19 : Penyakit yang disebabkan oleh *Coronavirus* tipe SARS-CoV-

2. HIV : *Human Immunodeficiency Virus* penyebab penyakit AIDS.

Vaksin : Mikroorganisme yang telah dilemahkan, kemudian disuntikkan ke tubuh orang sehat guna memperoleh sistem kekebalan secara aktif.

Vaksin Virus: Formula yang terbuat dari bagian tubuh virus, virus mati, atau virus hidup; dipergunakan untuk memperoleh system imunitas (kekebalan) secara alamiah.

Virus : Agen infeksius submikroskopis non-seluler yang hanya

bereplikasi di dalam sel hidup suatu organisme

Daftar Pustaka

Irnaningtyas & Sylva Sagita. 2022. IPA Biologi untuk SMA/MA kelas XII. Jakarta: Erlangga.

Puspaningsih, A. R., Elizabeth, T., dan Niken, R. K. 2021. Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Pusat Kurikulum dan Perbukuan.

Video vaksin <https://www.youtube.com/watch?v=qLyIP7VH9JY>

Medan, Maret 2026

Mengetahui,
Kepala Sekolah

Guru Mata Pelajaran

ASESMENT AWAL

Teknik: Pertanyaan Reflektif

Asesmen ini bertujuan untuk mengetahui kondisi emosional dan kesiapan peserta didik sebelum memulai pembelajaran.

Soal:

Bagaimana perasaan dan kondisi emosimu sebelum memulai pelajaran hari ini?

- a. Sangat bersemangat, merasa tenang, dan fokus
- b. Cukup bersemangat dan tenang, namun sedikit cemas
- c. Sedikit bersemangat dan merasa cemas
- d. Tidak bersemangat, sangat cemas, dan tidak fokus

Rubrik Penilaian

Jawaban	Deskripsi	Tindak Lanjut
Sangat bersemangat, merasa tenang, dan fokus	Peserta didik berada dalam kondisi emosional sangat siap mengikuti pembelajaran	Guru dapat langsung memulai pembelajaran dan mendorong peserta didik untuk aktif berpartisipasi
Cukup bersemangat dan tenang, namun sedikit cemas	Peserta didik cukup siap belajar tetapi masih memiliki sedikit kekhawatiran	Guru memberikan motivasi dan penguatan agar peserta didik lebih percaya diri
Sedikit bersemangat dan merasa cemas	Peserta didik kurang percaya diri dan kurang siap mengikuti pembelajaran	Guru memberikan perhatian, motivasi, serta menciptakan suasana belajar yang lebih nyaman

Tidak bersemangat, sangat cemas, dan tidak fokus	Peserta didik tidak siap secara emosional untuk belajar	Guru melakukan pendekatan personal, memberikan dukungan emosional, dan menciptakan suasana belajar yang lebih kondusif
---	---	--

B. Assessment Diagnostik Kognitif

Teknik: Tes Tertulis

Tujuan: Mengidentifikasi pengetahuan awal peserta didik terkait konsep dasar virus sebelum memasuki materi pembelajaran.

Kisi-Kisi Soal

Kompetensi Awal	Materi	Indikator Soal	No Soal	Bentuk Soal
Peserta didik mengetahui konsep dasar mikroorganisme	Pengertian virus	Peserta didik mampu menjelaskan pengertian virus	1	Essay
Peserta didik mengetahui ciri-ciri makhluk hidup	Ciri-ciri virus	Peserta didik mampu menyebutkan ciri-ciri virus	2	Essay
Peserta didik mengetahui hubungan virus dengan penyakit	Penyakit yang disebabkan virus	Peserta didik mampu memberikan contoh penyakit yang disebabkan oleh virus	3	Essay

Peserta memahami penularan penyakit	didik cara	Penularan virus	Peserta didik mampu menjelaskan cara penularan virus	4	Essay
Peserta mengetahui upaya menjaga kesehatan	didik upaya	Pencegahan penyakit akibat virus	Peserta didik mampu menjelaskan upaya pencegahan infeksi virus	5	Essay

Rubrik Penilaian Asesmen Diagnostik Kognitif

Skor	Kriteria Penilaian
4	Jawaban sangat lengkap, tepat, dan sesuai dengan konsep yang benar
3	Jawaban cukup lengkap dan sebagian besar benar
2	Jawaban kurang lengkap dan masih terdapat beberapa kesalahan konsep
1	Jawaban sangat terbatas dan tidak sesuai dengan konsep
0	Tidak menjawab

Pemetaan level Kompetensi Peserta Didik

Nilai	Kategori
80-100	Paham
60-70	Paham sebagian
0-50	Perlu bimbingan

ASESMENT FORMATIF

Lembar Observasi Sikap

Profil Pelajar Pancasila

Hari/Tanggal :

Kelas/Fase :

Materi : Virus

No	Nama Didik	Peserta	Bergotong Royong	Bernalar Kritis	Jumlah Skor	Nilai
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Rubrik Penilaian Sikap

1. Dimensi Bergotong Royong

Skor	Kriteria
4	Sangat aktif bekerja sama, membantu anggota kelompok, dan berkontribusi dalam diskusi
3	Aktif bekerja sama dan terlibat dalam diskusi kelompok
2	Kurang aktif dalam kerja kelompok dan hanya sesekali berpartisipasi
1	Tidak terlibat dalam kerja sama kelompok

2. Dimensi Bernalar Kritis

Skor	Kriteria
4	Mampu menganalisis masalah, memberikan argumen logis, dan menyampaikan pendapat dengan jelas
3	Mampu memberikan pendapat dan menanggapi diskusi dengan cukup baik
2	Memberikan pendapat tetapi masih kurang tepat atau kurang percaya diri
1	Tidak mampu memberikan pendapat atau tanggapan dalam diskusi

Skor Maksimal: 20

Nilai = (Jumlah Skor / Skor Maksimal) × 100

Kriteria Penilaian:

1. Nilai 85–100: Sangat Baik
2. Nilai 70–84: Baik
3. Nilai 55–69: Cukup
4. Nilai < 55

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN PRESENTASI

Hari/Tanggal :

Kelas/Fase :

Materi : Virus dan Peranannya dalam Kehidupan

Kelompok :

No	Nama	Isi	Struktur	Penyampaian	Interaksi dengan Kelompok Lain	Jumlah Skor	Nilai
1							
2							
3							
4							
5							

Rubrik Penilaian Keterampilan Presentasi

Indikator	Sub Indikator	Kriteria
Isi	Informasi yang disampaikan sesuai dengan materi virus dan peranannya dalam kehidupan	4 = Jika 3 sub indikator terpenuhi
	Menunjukkan pemahaman tentang dampak virus serta upaya pencegahan dan pengobatan infeksi virus	3 = Jika 2 sub indikator terpenuhi

	Penjelasan materi jelas, runtut, dan mudah dipahami	2 = 1 sub Jika indikator terpenuhi
		1 = Jika tidak ada sub indikator terpenuhi
Struktur	Penyampaian materi dilakukan secara runtut dan sistematis	4 = 3 sub Jika indikator terpenuhi
	Pembagian peran presentasi antar anggota kelompok berjalan dengan baik	3 = 2 sub Jika indikator terpenuhi
	Waktu presentasi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	2 = 1 sub Jika indikator terpenuhi
		1 = Jika tidak ada sub indikator terpenuhi
Penyampaian	Menyampaikan materi dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami	4 = 3 sub Jika indikator terpenuhi
	Menggunakan suara yang jelas, percaya diri, dan sikap yang baik saat presentasi	3 = 2 sub Jika indikator terpenuhi
	Menggunakan media atau hasil diskusi (LKPD) sebagai pendukung presentasi	2 = 1 sub Jika indikator terpenuhi

		1 = Jika tidak ada sub indikator terpenuhi
--	--	--

Interaksi dengan Kelompok Lain	Mampu menjawab pertanyaan dari kelompok lain dengan baik	4 = Jika 3 sub indikator terpenuhi
	Memberikan tanggapan atau argumentasi yang relevan	3 = Jika 2 sub indikator terpenuhi
	Aktif menanggapi diskusi dari kelompok lain	2 = Jika 1 sub indikator terpenuhi
		1 = Jika tidak ada sub indikator terpenuhi

ASSESSMENT SUMATIF

Aspek	Deskripsi
Jenis Asesmen	Sumatif Lisan
Teknik	Tanya jawab/presentasi individu
Waktu Pelaksanaan	5–10 menit per peserta didik
Indikator Penilaian	1. Menjelaskan perbedaan bioteknologi konvensional dan modern. 2. Memberikan contoh dan menjelaskan proses bioteknologi konvensional. 3. Mengidentifikasi penerapan bioteknologi modern. 4. Menyampaikan dampak positif dan negatif bioteknologi.
Contoh Pertanyaan	1. Apa perbedaan bioteknologi konvensional dan modern? 2. Jelaskan proses pembuatan tempe sebagai produk bioteknologi konvensional. 3. Bagaimana penerapan rekayasa genetika pada tanaman? 4. Apa manfaat dan risiko dari bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari?

Rubrik penilaian

Kriteria	Skor 1 (Kurang)	Skor 2 (Cukup)	Skor 3 (Baik)	Skor 4 (Sangat Baik)
Ketepatan Konsep	Banyak kesalahan konsep, penjelasan	Beberapa kesalahan konsep, namun masih bisa dipahami	Penjelasan cukup tepat, hanya sedikit kekeliruan minor	Penjelasan sangat tepat, menunjukkan pemahaman
	tidak sesuai materi			konsep secara menyeluruh

Kelancaran Komunikasi	Sulit dipahami, banyak jeda, tidak runtut	Masih terlihat ragu-ragu, komunikasi belum lancar	Komunikasi cukup lancar, penjelasan sudah runtut	Sangat lancar, penjelasan sistematis, runtut, dan mudah dipahami
Kejelasan Argumen	Tidak mampu memberikan alasan atau contoh yang mendukung	Alasan kurang tepat atau kurang relevan, contoh kurang meyakinkan	Memberikan argumen cukup jelas dan didukung dengan contoh yang tepat	Argumen sangat jelas, logis, dan didukung dengan contoh atau data konkret

Kategori penilaian

Skor (12 Poin)	Nilai (Skala 100)	Kategori
10–12	84–100	Sangat Baik
7–9	59–83	Baik
4–6	34–58	Cukup
1–3	8–33	Perlu Bimbingan
0	0–7	Perlu Bimbingan



kasus ini terus meningkat dan menyebar ke seluruh wilayah Indonesia. Gejala yang sering muncul antara lain demam, batuk, pilek, sakit tenggorokan, sesak napas, dan hilangnya kemampuan penciuman.



Problem Statement

Pandemi COVID-19 memberikan dampak yang sangat luas bagi kehidupan manusia. Dari segi kesehatan, penyakit ini menyebabkan jutaan orang terinfeksi dan mengakibatkan banyak kematian di berbagai negara. Dari segi pendidikan, kegiatan belajar mengajar yang sebelumnya dilakukan secara tatap muka harus beralih menjadi pembelajaran daring.

Cara pencegahannya

Pencegahan COVID-19 dapat dilakukan dengan menerapkan pola hidup bersih dan sehat. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir, memakai masker ketika sakit atau berada di tempat ramai, menjaga jarak dengan orang lain, menghindari kerumunan, serta menjaga daya tahan tubuh melalui konsumsi makanan bergizi dan olahraga teratur.

Kesimpulan

COVID-19 adalah penyakit menular yang berdampak pada berbagai aspek kehidupan. Pencegahan dapat dilakukan dengan menerapkan pola hidup sehat, menjaga kebersihan, dan melakukan vaksinasi untuk melindungi diri serta orang di sekitar.

Thank You

LKPD
(LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK)

Identitas Kelompok

Kelompok :

Anggota Kelompok :

1.
2.
3.
4.
5.

Tujuan Pembelajaran :

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran, peserta didik diharapkan mampu:

1. Mengetahui sejarah covid 19
2. Menjelaskan dampak penyebaran virus terhadap kehidupan manusia.
3. Menyimpulkan berbagai upaya pencegahan covid 19

Petunjuk Pembelajaran :

1. Bacalah informasi pendukung terlebih dahulu.
2. Amati dan pahami video pembelajaran sesuai kelompokmu.
3. Diskusikan dan identifikasi masalah yang muncul dari video tersebut.
4. Jawablah pertanyaan yang tersedia di bagian “Melakukan Penyelidikan”.
5. Kembangkan hasil penyelidikan ke dalam bentuk produk kelompok sesuai arahan.
6. Gunakan sumber informasi tambahan yang disediakan (materi PPT, video, bahan ajar).
7. Isilah bagian refleksi setelah kegiatan selesai.

Kegiatan 1 : Mengamati

Amatilah video yang ditampilkan oleh guru mengenai penyebaran virus dan dampaknya terhadap kehidupan manusia.

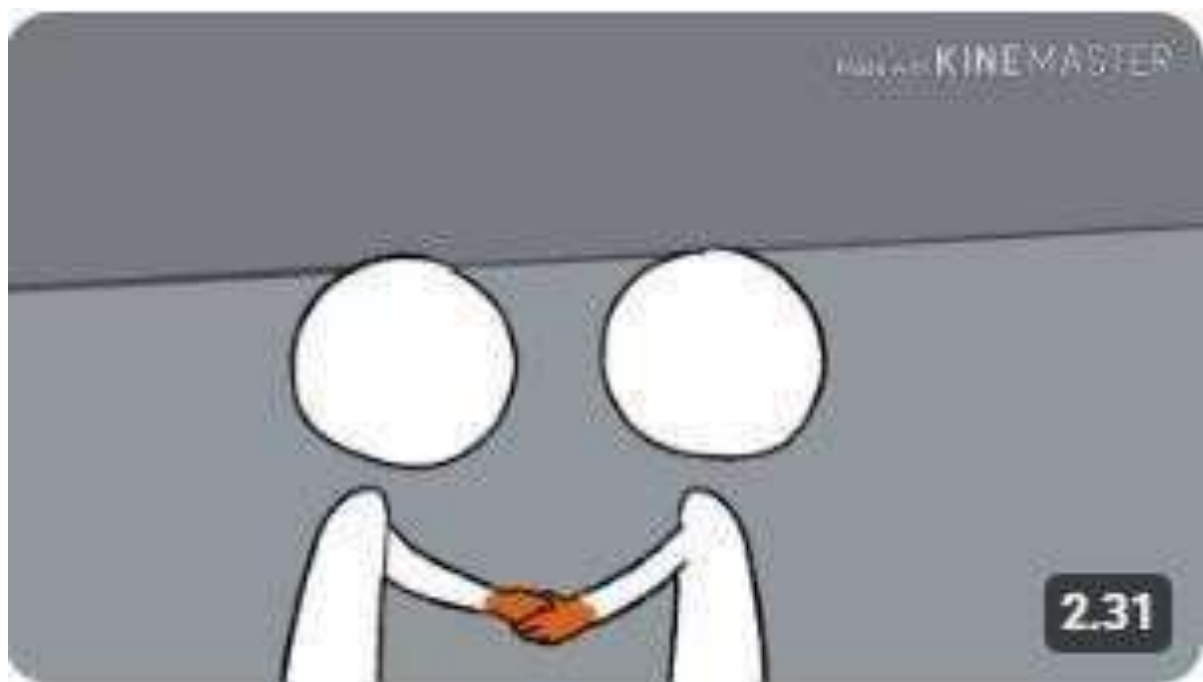
Video pembelajaran 1:

https://youtu.be/Pknh1_73sZs?si=MoBeZkoEYGudTNPm



Video Pembelajaran 2 :

<https://youtu.be/VhWBONys74c?si=7NICuHggA0Ev4chJ>



Tuliskan hasil pengamatan kalian!

1. Apa informasi utama yang kamu peroleh dari video tersebut?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Apa yang terjadi ketika virus menyebar dengan cepat di lingkungan manusia?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Menurut pengamatanmu, bagaimana dampak virus terhadap kehidupan manusia?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan 2 : Menanya

Berdasarkan hasil pengamatan video, tuliskan beberapa pertanyaan yang muncul dalam pikiran kalian!



Kegiatan 3 : Mengumpulkan Informasi

Carilah informasi dari buku pelajaran, internet, jurnal atau sumber lain yang relevan.

Jawablah pertanyaan berikut:

1. Apa yang dimaksud dengan virus?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Sebutkan contoh virus yang merugikan bagi manusia!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan dampak penyebaran virus terhadap kehidupan manusia!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apakah semua virus bersifat merugikan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Sebutkan contoh virus yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan manusia!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kegiatan 4 :menalar / menganalisis

Diskusikan bersama kelompokmu!

Analisis Kasus

Beberapa tahun yang lalu dunia mengalami pandemi yang disebabkan oleh virus corona yang menyebabkan penyakit COVID-19.

Jawablah pertanyaan berikut:

1. Bagaimana cara penularan virus corona tersebut?



2. Apa saja dampak pandemi terhadap kehidupan manusia?



3. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyebaran virus tersebut?



4. Mengapa penting bagi manusia untuk mempelajari virus?



Kegiatan 5: mengomunikasikan

Tuliskan kesimpulan dari hasil diskusi kelompok kalian!

Kesimpulan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Refleksi Pembelajaran

Jawablah pertanyaan berikut secara jujur.

1. Apakah kamu sudah memahami materi virus yang dipelajari hari ini?
2. Apa hal baru yang kamu pelajari dari kegiatan ini?
3. Bagian mana yang masih sulit kamu pahami?

Jawaban:

.....

.....

VIRUS

1. Peta Konsep Virus



2. Apa itu Virus?

Semenjak pandemi Covid-19 pada akhir tahun 2019, kata virus hampir setiap hari muncul dalam berita atau infograis yang ada di media masa. Akibat virus ini pula Kalian melakukan *physical distancing*, lebih sering tinggal di rumah, belajar secara daring dari rumah (BDR), dan jika terpaksa keluar rumah harus menggunakan masker dan sering mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir atau alternatifnya dengan pembersih tangan *hand sanitizer*).

Virus ini tidak kasat mata tetapi sangat berbahaya. Seperti apakah virus itu? Apakah virus tergolong makhluk hidup? Bagaimana bentuknya? Pernahkah Kalian berinteraksi dengan teman atau anggota keluarga Kalian yang mengalami flu dan kemudian Kalian juga mengalami gejala flu beberapa hari selanjutnya? Penularannya cepat dan tanpa Kalian sadari bukan? Seperti yang Kalian ketahui bahwa flu disebabkan oleh virus.

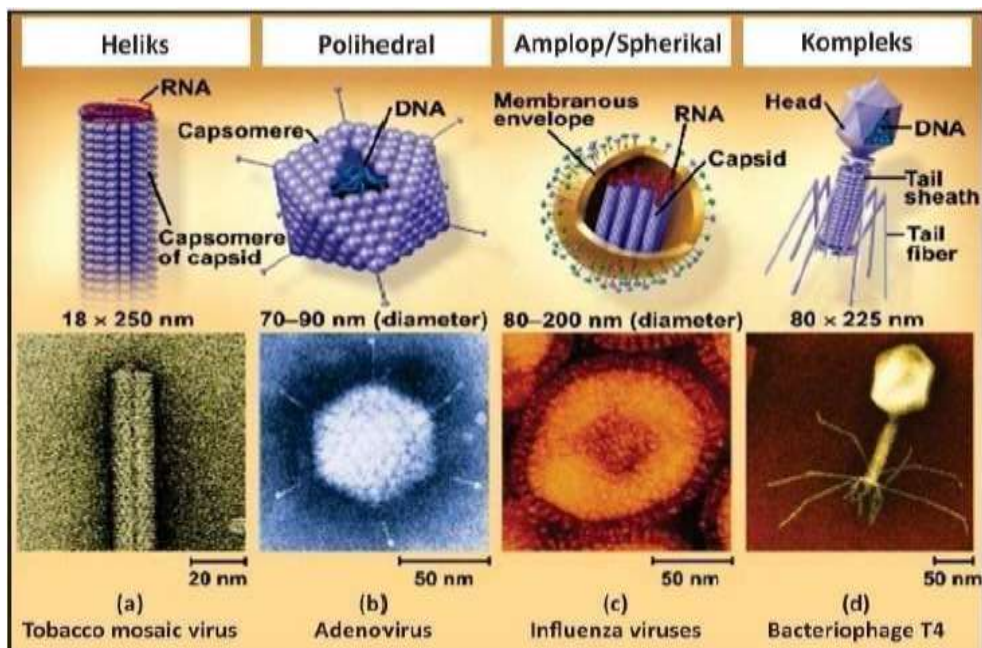
Virus memiliki ukuran yang sangat kecil. Diameter virus berkisar antara 20 nanometer (nm) hingga 400 nanometer (nm). Oleh karena itu virus hanya dapat

dilihat dengan mikroskop elektron. Partikel lengkap virus, yang disebut dengan virion, terdiri atas asam nukleat yang dibungkus oleh protein pelindung yang disebut dengan kapsid. Asam nukleat memiliki peranan penting dalam proses perbanyakan diri virus pada inang. Tanpa asam nukleat virus tidak akan bisa memerintahkan sel inang untuk membuat bagian-bagian partikel virus.

Berdasarkan jenis asam nukleat yang menyusunnya, virus dikelompokkan menjadi virus DNA dan virus RNA. Virus DNA adalah virus yang memiliki asam nukleat berupa DNA (asam deoksiribonukleat) sedangkan virus RNA adalah virus yang memiliki asam nukleat berupa RNA (asam ribonukleat).

Asam nukleat memiliki peranan penting dalam proses perbanyakan diri virus pada inang. Tanpa asam nukleat virus tidak akan bisa memerintahkan sel inang untuk membuat bagian-bagian partikel virus. Berdasarkan jenis asam nukleat yang menyusunnya, virus dikelompokkan menjadi virus DNA dan virus RNA. Virus DNA adalah virus yang memiliki asam nukleat berupa DNA (asam deoksiribonukleat) sedangkan virus RNA adalah virus yang memiliki asam nukleat berupa RNA (asam ribonukleat).

1. Bentuk-Bentuk Virus



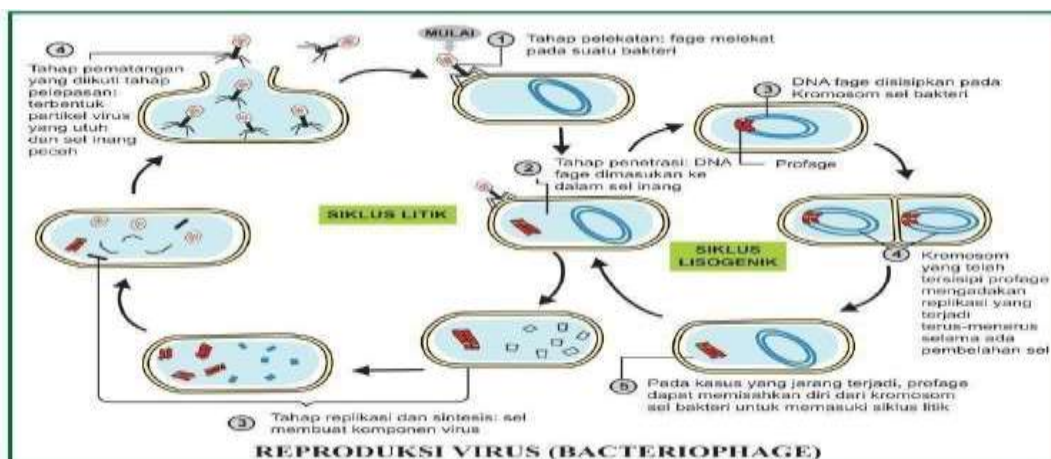
2. Bagaimana Virus Bereproduksi?

Hal ini menunjukkan bahwa tubuh virus bukan merupakan sebuah sel yang memiliki membrane sel, sitoplasma, asam nukleat dan ribosom. Seperti yang Kalian ketahui bahwa unit terkecil dari makhluk hidup adalah sel, sedangkan virus tidak memiliki komponen sel selain asam nukleat. Dengan demikian dilihat dari strukturnya virus bukanlah makhluk hidup. Satu-satunya ciri makhluk hidup yang dimiliki oleh virus adalah mampu bereproduksi.

Virus dapat memperbanyak diri hanya jika berada dalam sel inang. Struktur tubuh virus pada bagian luar memiliki protein reseptor. Virus dapat menginfeksi apabila struktur tersebut cocok dengan protein reseptor pada membran sel inang. Proses memperbanyak diri virus disebut dengan replikasi. Replikasi virus terdiri dari siklus litik dan lisogenik. Virus melakukan siklus litik dan lisogenik tergantung pada virulensi atau ketahanan sel inang terhadap virus penginfeksi. Jika sel inang memiliki ketahanan yang lemah maka virus dapat melakukan siklus litik. Sebaliknya, jika sel inang memiliki ketahanan yang tinggi maka virus melakukan siklus lisogenik.

Pada siklus litik perkembangbiakan virus diawali dengan tahap melekatnya virus pada sel inang, kemudian penetrasi asam nukleat virus ke dalam sel inang. Tahap selanjutnya adalah asam nukleat virus akan memerintah sel inang untuk mensintesis asam nukleat dan bagian tubuh virus untuk dirakit menjadi tubuh virus baru. Akhir siklus ini sel inang pecah dan mengeluarkan banyak virus baru.

Berikut Gambaran Proses Replikasi Virus :



5. Peranan virus yang merugikan

1. Penyakit pada manusia

- a) Herpes (penyakit infeksi pada sel epitel)
- b) Cacar variola(*smallpox*) disebabkan oleh (virus *variola*)
- c) Hepatitis (gangguan fungsi hati dan saluran empedu). Terdapat 5 jenis yaitu Hepatitis A, B ,C, D dan E. Hepatitis A (disebabkan oleh HAV dari genus *Heparnavirus*).
Hepatitis B(disebabkan oleh HBV dari genus *Orthohepadnavirus*. Hepatitis C (disebabkan oleh HCV dari genus *Hepacivirus*.
- d) Influenza dan parainfluenza (influenza , penyakit pernapasan yang disebabkan oleh kelompok virus *Orthomyxovirus*, berbentuk bulat) dan parainfluenza, disebabkan virus *Parainfluenza*
- e) Campak (oleh virus *Morbilivirus*)
- f) AIDS (virus HIV, *Human immunodeficiency virus*)
- g) Demam berdarah (disebabkan oleh virus dengue melalui gigitan nyamuk (*Aedes aegypti*)
- h) Flu burung atau *avian influenza* (AI) disebabkan oleh HPAIV, dari kelompok
- i) SARS (Serve acute respiratory syndrome), gangguan akut pada saluranpernapasan dapat menyebabkan kematian.
- j) Chikungunya (disebabkan oleh virus chikungunya yang ditularkan melalui nyamuk *Aedes aegypti*
- k) Poliomielitis I infeksi virus yang menyerang susunan saraf pusat) bisa menyebabkan kelumpuhan, terutama pada anak-anak. Penyebabnya adalah Poliovirus yang ditularkan melalui makanan yang tercemar oleh feses penderita. replikasi virus ini terjadi di saluran pencernaan.

2. Penyakit Pada Hewan

- a) Rabies (disebabkan oleh *Rhabdivirus*), yang dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita.
- b) Penyakit mulut dan kuku, penyakit yang sangat menular pada hewan ternak, misalnya sapi, domba, kambing, dan hewan liar berkuku belah seperti gajah. Penyakit ini disebabkan oleh *Aphthovirus* dari family *Picornaviridae*. Penularannya dapat melalui kontak langsung, udara, makanan dan peralatanyang terkontaminasi virus.

c) Tetelo (NCD, *Newcastle disease*) atau tetelo (*parrot fever*), penyakit pada unggas seperti ayam dan itik.

d) Tumor (kutil), disebabkan oleh RSV, (*rous sarcoma virus*). Diderita oleh ayam, dan pada sapi disebabkan oleh Bovine papillomavirus.

1. Penyakit pada tumbuhan

a) Tungro, menyerang tanaman padi yang menyebabkan sel-sel daun mati sehingga pertumbuhan kerdil. Virus tungro berasal dari family Caulimoviridae, perantara hama wereng coklat dan wereng hijau

b) Mosaik, pada tanaman tembakau, kacang tanah, pepaya, cabai, tomat dan kentang. Gejalanya timbul bercak kuning pada daun. Penyebarannya melalui perantara serangga.

6. Pencegahan dan Pengobatan infeksi virus.

Hubungan antara infeksi virus dengan gejala penyakit yang ditimbulkan seringkali tidak jelas. Beberapa virus yang menghancurkan sel inang dengan menghasilkan enzim hidrolisis. Sesungguhnya virus juga bermanfaat untuk kehidupan manusia. *Baculovirus* adalah virus yang menyerang serangga dan artropoda sehingga dimanfaatkan sebagai biopestisida di lahan pertanian. Kemampuannya dalam melemahkan inangnya dimanfaatkan dalam pengobatan biologis untuk melemahkan atau membunuh bakteri, jamur atau protozoa yang bersifat patogen.

Pada sub topik replikasi virus, Kalian telah mempelajari pada saat virus menginfeksi sel inang, virus memasukkan asam nukleatnya ke dalam sel inang. Kemampuan ini dapat dimanfaatkan dalam proses rekayasa genetika pada pembuatan insulin dan terapi gen. Virus yang disisipi gen penghasil insulin menginfeksi bakteri, sehingga bakteri ini berkembangbiak dan menghasilkan insulin. Sedangkan pada terapi gen, virus dimasukkan gen terapeutik agar virus mengirimkan gen ini pada sel target untuk memulihkan fungsi gen yang rusak. Dalam dunia kesehatan, virus dapat dijadikan sebagai agen anti kanker dan bahan pembuat vaksin. **Virus oncolytic** digunakan sebagai agen anti kanker. Virus tersebut selektif untuk memilih sel kanker sehingga menginfeksi dan merusak sel kanker tanpa merusak sel yang sehat.

Virus Dengue yang menyebabkan demam berdarah menyebar dengan perantara nyamuk *Aedes aegypti*, virus *varicella zoster* yang menyebabkan cacar menyebar

melalui sentuhan dengan penderita, percikan cairan tubuh penderita atau sentuhan terhadap benda yang sebelumnya disentuh oleh penderita, sedangkan HIV menyebar melalui injeksi langsung ke aliran darah, kontak membrane mukosa atau jaringan yang terluka dengan cairan tubuh tertentu (darah, ASI, semen) penderita.

Khusus untuk virus corona yang melanda dunia saat tahun kemarin virus menyebar melalui **droplet** yang dikeluarkan oleh penderita melalui bersin, batuk atau saat penderita berbicara. Penyebarannya sangat cepat dan mudah terjadi tanpa disadari oleh pembawanya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mengurangi penyebaran virus corona ini. Cara pertama yaitu tindakan yang bersifat fisik. Virus corona menyebar melalui droplet penderita yang akan jatuh beberapa meter dari penderita, Cara kedua adalah tindakan yang menggunakan bahan kimia. Salah satu cara agar virus tidak dapat menginfeksi sel inang adalah dengan merusak struktur amplop tersebut. Penggunaan sabun dan air dapat merusak struktur amplop pada virus. Sabun mengandung zat mirip lemak yang disebut amphiphiles, yang secara struktural sangat mirip dengan lipid di amplop virus corona. Molekul sabun bersaing dengan lipid di amplop virus sehingga mampu merusak amplop virus. Disamping itu pula sabun membantu melepaskan virus ketika menempel pada kulit. Jika kita tidak memiliki sabun dan air, pembersih tangan (**hand sanitizer**) dapat juga merusak struktur amplop virus karena mengandung alkohol 70% dan zat lain yang dapat merusak selubung protein virus.

Pada pembuatan vaksin, diperlukan virus inaktif atau bagian struktur tertentu pada virus sebagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respon kekebalan tubuh untuk melawan suatu penyakit. Ketika tubuh terpapar oleh virus yang dilemahkan ini, **limfosit akan aktif** dan membentuk antibodi untuk mengikat virus agar tidak menginfeksi sel targetnya. Uniknya sistem imun kita akan mengingat virus yang pernah masuk sehingga jika terpapar yang kedua kalinya tubuh akan lebih cepat mengatasi infeksi virus tersebut.

Vaksin virus

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

1. 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 antibody tubuh terhadap protein selubung virus sehingga meningkatkan daya resistensi tubuh.

Kelemahan penggunaan vaksin virus mati yaitu dapat merangsang hipersensitivitas pada infeksi berikutnya (menyebabkan terjadinya resistensi virus). Hal ini disebabkan adanya respns imun yang tidak seimbang terhadap antigen permukaan virus yang tidak sesuai dengan infeksi virus secara alamiah.

2. Vaksin virus hidup yang dilemahkan

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

Kelemahan penggunaan vaksin hidup yaitu, adanya gangguan replikasi virus vaksin akibat adanya infeksi virus luar yang terjadi secara bersamaan sehingga menyebabkan berkurangnya efektivitas vaksin. Kedua, terjadinya risiko virulensi balik yang lebih besar selama perkembangbiakan di dalam virus.

Khusus untuk virus corona yang melanda dunia saat tahun kemarin virus menyebar melalui *droplet* yang dikeluarkan oleh penderita melalui bersin, batuk atau saat penderita berbicara. Penyebarannya sangat cepat dan mudah terjadi tanpa disadari oleh pembawanya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mengurangi penyebaran virus corona ini.

Cara pertama yaitu tindakan yang bersifat fisik. Virus corona menyebar melalui droplet penderita yang akan jatuh beberapa meter dari penderita, sehingga disarankan agar terdapat jarak kurang lebih 2 meter ketika berinteraksi dengan seseorang.

Cara kedua adalah tindakan yang menggunakan bahan kimia. Seperti yang telah Kalian pelajari beberapa virus memiliki struktur amplop. Salah satu cara agar virus

tidak dapat menginfeksi sel inang adalah dengan merusak struktur amplop tersebut. Penggunaan sabun dan air dapat merusak struktur amplop pada virus. Sabun mengandung zat mirip lemak yang disebut amphiphiles, yang secara struktural sangat mirip dengan lipid di amplop virus corona

Cara pencegahan yang ketiga bersifat biologis. Untuk bertahan dari serangan penyakit, tubuh manusia memiliki sistem kekebalan tubuh. Sistem kekebalan spesies pada manusia memiliki kemampuan pertahanan yang kuat untuk menghadapi patogen tertentu. Tubuh mampu mengingat patogen tertentu yang pernah menyerang sehingga dapat segera membentuk antibodi untuk melawannya. Dengan demikian patogen tersebut tidak membahayakan atau tidak bisa menjangkit ke dalam tubuh untuk kedua kalinya. Dalam memberikan reaksi terhadap serangan dari patogen tersebut, sistem kekebalan tubuh akan mengaktifkan limfosit dan memproduksi antibodi. Inilah mengapa vaksin diberikan kepada manusia

DAFTAR PUSTAKA

- Dede, V. A., Buku, M. N. I., & Seran, L. (2025). Pengembangan dan validasi media booklet materi virus sebagai sumber belajar bagi peserta didik SMA. *BIODIK*, 11(1), 218–231. <https://doi.org/10.22437/biodik.v11i1.42276>
- Irianto, K. (2013). *Mikrobiologi: Menguk dunia mikroorganisme*. Yrama Widya.
- Iriyawati. (2020). *E-modul Biologi kelas X: Virus*. Direktorat SMA, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Irnaningtyas & Sylva Sagita. 2022. *IPA Biologi untuk SMA/MA kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Kesumah, D. (2020). *Modul pembelajaran Biologi SMA Kelas X: Virus*. Direktorat Sekolah Menengah Atas, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kumala, D., Wardhani, S., & Astriani, M. (2025). Analisis kebutuhan modul ajar biologi materi virus berbasis Project Based Learning berbantuan aplikasi Kodular untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*.
- Madalena, D. K., Indrianti, M., Dinillah, R., Febriani, B., & Suryanda, A. (2024). Analisis kesesuaian materi virus pada buku Biologi SMA kelas X Kurikulum Merdeka 2022. *Faktor: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(1).
- Mufaridha, L., Rahardjanto, A., Purwanti, E., Susetyarini, R. E., Husamah, Hudha, A. M., & Mulyani, D. T. (2025). Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis Project Based Learning pada materi virus terhadap hasil belajar kognitif di SMA Muhammadiyah 1 Jombang. *Jurnal Biogenerasi*, 10(4). <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i4.6840>
- Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., & Krieg, N. R. (2010). *Dasar-dasar mikrobiologi (Terjemahan)*. UI Press.
- Priastomo, Y., Supyani, A., A'yun, Q., Arsi, L. W., Rini, I. A., Hutabarat, A. K. M., & Argaheni, N. B. (2021). *Virologi*. Yayasan Kita Menulis.
- Puspaningsih, A. R., Elizabeth, T., dan Niken, R. K. 2021. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Puspaningsih, A. R., Tjahjadmawan, E., & Krisdianti, N. R. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam SMA/MA Kelas X*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Riedel, S., Hobden, J. A., Miller, S., Morse, S., Mietzner, T., Detrick, B., Mitchell, T., & Sakanari, J. (2019). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology (28th ed.)*. McGraw-Hill.

Setiyalis Tianah, M., & Asri, M. T. (2025). Pengembangan e-modul materi virus berbasis pendekatan saintifik untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14(2), 350–362. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v14n2.p350-362>

Suryani, Y., & Taupiqurrahman, O. (2021). *Mikrobiologi dasar*. LP2M UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2021). *Microbiology: An Introduction* (13th ed.). Pearson.

Usman, E. (2023). *E-Modul Biologi Kelas X*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Video vaksin <https://www.youtube.com/watch?v=qLyIP7VH9JY>