

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT
BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI VIRUS**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**ZAHRATUN RAIHAN
NIM. 190207036**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024**

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI VIRUS

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darusalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

OLEH:

ZAHRATUN RAIHAN

NIM. 190207036

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Pembimbing I



Eriawati, S. Pd.I., M. Pd.

NIP. 198111262009102003

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI VIRUS

SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar- Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal:

Kamis, 25 Juli 2024
19 Muharram 1446

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Eriawati, S. Pd.I., M. Pd.
NIP. 198111262009102003


Dr. Elita Agustina, S. Si., M. Si.
NIP. 197808152009122002

Penguji I,

Penguji II,


Eva Nauli Taib, S. Pd., M. Pd
NIP. 198204232011012010


Nafisah Hanim, S. Pd., M. Pd.
NIP. 198601192023212022

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam, Banda Aceh




Prof. Saiful Mujib, S. Ag., M.A., M.Ed., Ph. D.
NIP. 1978010211997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahratun Raihan

NIM : 190207036

Prodi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkannya dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggung jawabkan atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi terhadap aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 22 Juli 2024

Kang Menyatakan



Zahratun Raihan

ABSTRAK

Proses pembelajaran di MAN 4 Aceh Besar berjalan dengan baik, tetapi kurang bervariasi, terlihat juga pembelajaran masih didominasi oleh guru dimana guru menjadi narasumber tunggal, solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut dengan menghadirkan modul ajar berbasis proyek. Salah satu yang melatar belakangi dikembangkan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus ini adalah kurangnya penggunaan model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam proses pembelajaran berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar, untuk menganalisis uji kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Rancangan penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model 4-D yang meliputi tahapan *define, design, develop* dan *dessimination*. Subjek dalam penelitian ini 2 ahli perangkat dan 2 ahli materi. Teknik pengumpulan data berupa uji kelayakan. Instrumen pengumpulan data berupa lembar uji kelayakan perangkat dan lembar uji kelayakan materi. Teknik analisis data uji kelayakan menggunakan rumus persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar berdasarkan kualitas ahli perangkat diperoleh persentase sebesar 92% dengan kriteria sangat layak, ahli materi diperoleh persentase sebesar 79% dengan kategori layak. Kesimpulan penelitian ini adalah pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus menggunakan model 4D, memperoleh kelayakan modul ajar sangat layak, kelayakan materi termasuk layak.

Kata Kunci: Pengembangan Modul Ajar, Berbasis *Project Based Learning*, Virus, Kelayakan

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis sampaikan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Pada Materi Virus” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Program Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing dan memberikan pengetahuan kepada umat manusia di dunia ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Safrul Muluk, S. Ag., M. Ed., Ph.d selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, para Wakil Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan beserta seluruh Staf-stafnya.
2. Bapak Mulyadi, S. Pd., M. Pd selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi beserta seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi.
3. Ibu Eriawati, S.Pd.I, M.Pd. selaku Penasehat Akademik (PA) serta pembimbing yang telah membimbing, memberikan saran dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
4. Ibu Eva Nauli Taib, S. Pd., M. Pd, Ibu Dr. Elita Agustina, M. Si dan Ibu Nafisah Hanim, S.Pd., M. Pd selaku validator ahli perangkat dan ahli materi yang telah membimbing, memberikan ide dan saran kepada peneliti dalam membuat modul ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

5. Bapak Munzir S. Pd., M. Pd selaku kepala sekolah MAN 4 Aceh Besar dan Ibu Zuhra S. Pd selaku guru Biologi yang sudah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian.

Teristimewa penulis ucapkan kepada Ayahanda Iskandar dan Ibunda Syaukiah tercinta, serta adik tersayang Alm. Dhia Akmalia, Muhammad Khalil dan Ahmad Rizqani yang telah memberi kasih sayang dan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sahabat dan teman-teman yang selama ini selalu ada: Dila Masyitah, Jumi Adella Wardiansyah, Zahratul Aiyun, Zakiah, Rizka Riana, Nurmaliah, Devia Wandari, Zulfa Luthfia, Cut Nuril Zakiya, dan teman-teman seangkatan saya yang telah memberi semangat dan doa.

Semoga segala kebaikan dibalas oleh Allah SWT dengan kebaikan yang berlipat ganda, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan kata-kata ataupun bahasa yang kurang berkenan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun, demi kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis sendiri.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

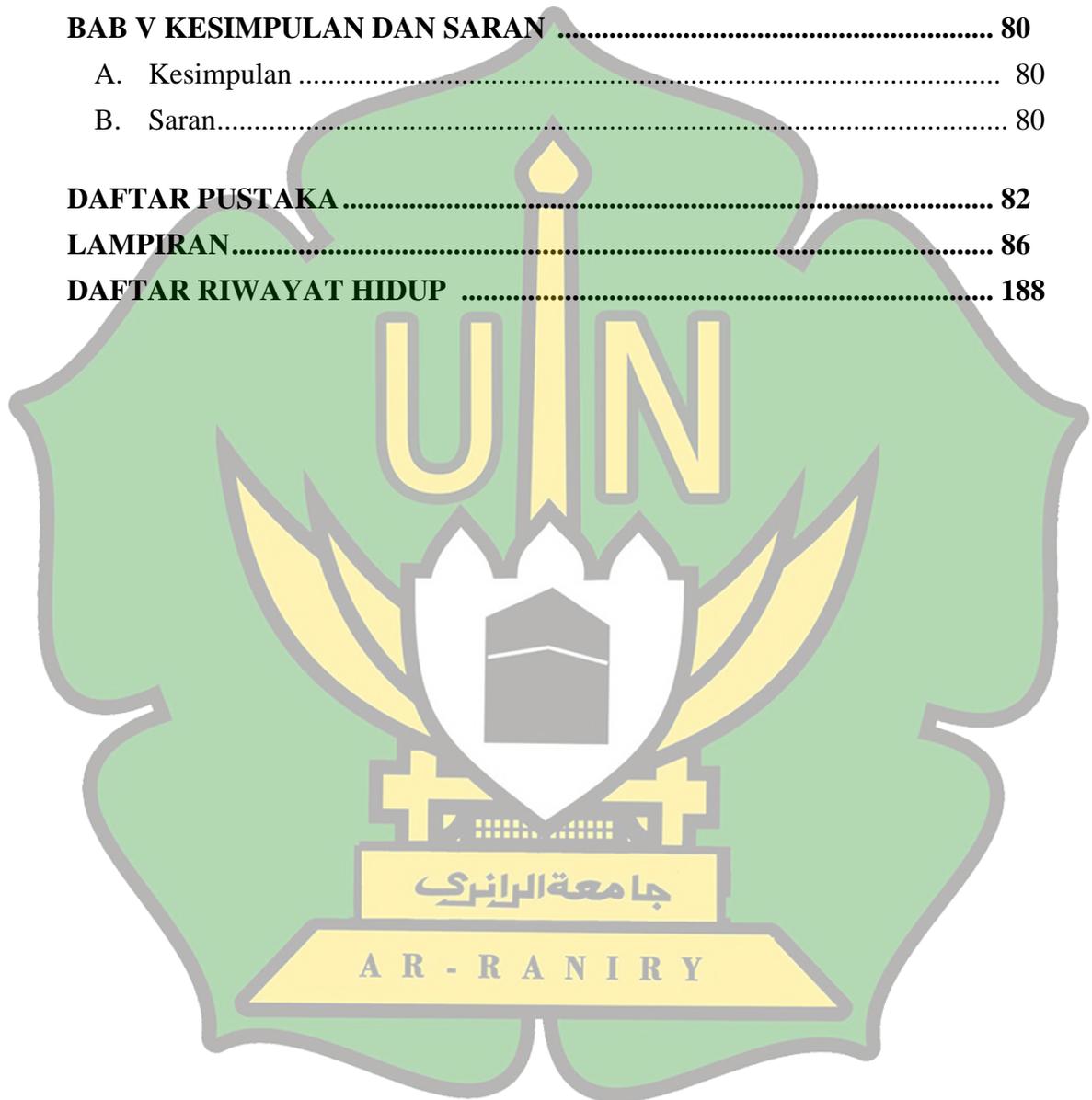
Banda Aceh, 22 Juni 2024
Penulis,

Zahratun Raihan

DAFTAR ISI

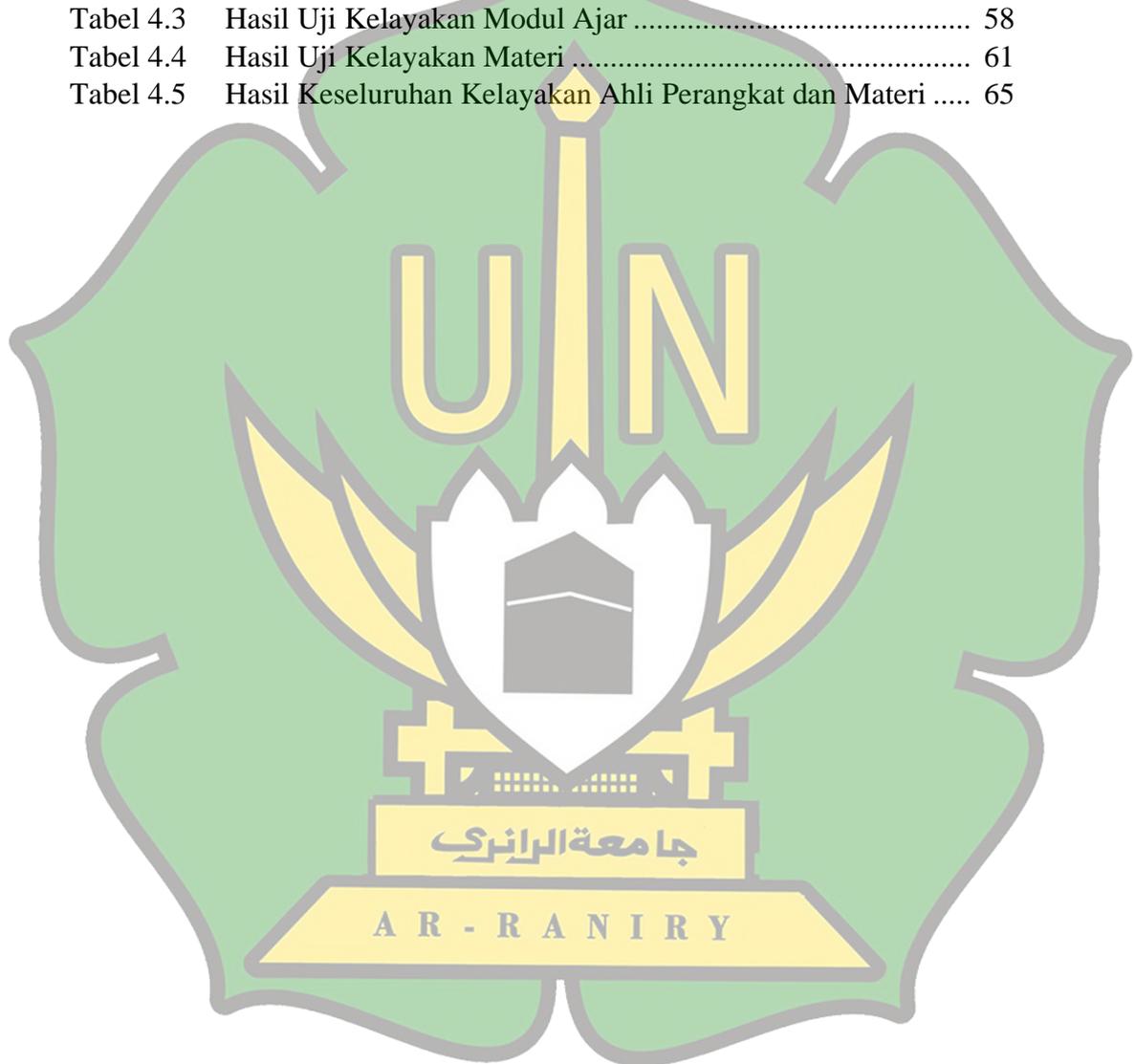
PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN SIDANG	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Operasioanal.....	8
BAB II LANDASAN TEORI	13
A. Pengembangan R&D.....	13
B. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran	14
C. Modul Ajar	18
D. Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	21
E. Materi Virus	24
F. Uji Kelayakan	41
BAB III METODE PENELITIAN	44
A. Rancangan Penelitian	44
B. Tempat dan Waktu Penelitian	48
C. Subjek dan Objek Penelitian	49
D. Teknik Pengumpulan Data.....	49
E. Instrumen Pengumpulan Data	49
F. Teknik Analisis Data.....	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Hasil Penelitian	53
B. Pembahasan.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
A. Kesimpulan	80
B. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	86
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	188



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Skala <i>Likert</i>	30
Tabel 3.2	Kriteria Kelayakan	30
Tabel 4.1	Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	32
Tabel 4.2	Saran Validator Ahli Perangkat dan Ahli Materi	35
Tabel 4.3	Hasil Uji Kelayakan Modul Ajar	58
Tabel 4.4	Hasil Uji Kelayakan Materi	61
Tabel 4.5	Hasil Keseluruhan Kelayakan Ahli Perangkat dan Materi	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk-bentuk Virus	51
Gambar 2.2	Siklus Reproduksi Virus yang Disederhanakan	52
Gambar 2.3	Siklus Lisis Fag T4, Sejenis Fag Virulen	55
Gambar 2.4	Siklus Lisis dan Lisogenik Fag Sejenis Fag Temperat	86
Gambar 4.1	Grafik Persentase Uji Kelayakan Modul Ajar	89
Gambar 4.2	Grafik Persentase Uji Kelayakan Materi	91
Gambar 4.3	Grafik Persentase Modul Ajar dan Materi	93



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat Keputusan Pembimbing	109
Lampiran 2: Izin Penelitian Fakultas Tarbiyah dan Keguruan	110
Lampiran 3: Izin Penelitian Kemenag Kabupaten Aceh Besar.....	111
Lampiran 4: Surat keterangan Telah Melakukan Penelitian	112
Lampiran 5: Surat Keterangan Telah Menyerahkan Produk	113
Lampiran 6: Lembar Validasi Ahli Perangkat I.....	119
Lampiran 7: Lembar Validasi Ahli Perangkat II	125
Lampiran 8: Lembar Validasi Ahli Materi I	127
Lampiran 9: Lembar Validasi Ahli Materi II	130
Lampiran 10 : Dokumentasi Kegiatan Penelitian	113



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran merupakan sebuah proses yang melibatkan komponen-komponen pembelajaran seperti guru, siswa, model pembelajaran, media pembelajaran, kurikulum, dan fasilitas belajar mengajar lainnya. Berdasarkan komponen-komponen tersebut ada komponen yang berperan penting pada suatu lembaga pendidikan yaitu guru dan siswa. Guru dan siswa yang menentukan keberhasilan dari tujuan belajar mengajar suatu lembaga pendidikan. Guru merupakan seseorang yang memiliki kelebihan serta kemampuan yang diajarkan kepada orang lain dengan sistem pengajaran. Guru berperan sebagai sumber dalam pembentukan motivasi, selain itu guru juga melakukan interaksi langsung dengan siswa pada saat pembelajaran berlangsung¹.

Kurikulum merdeka belajar merupakan kurikulum yang mulai ditetapkan pada tahun ajaran (TA) 2022/2023 untuk mendukung pembelajaran daring saat pandemi Covid-19. Kurikulum merdeka diimplementasikan pada semua satuan pendidikan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dan mutu pendidikan seperti rendahnya literasi siswa yang semakin parah karena adanya pandemi². Mendikbud Nadiem Makarim mengubah kurikulum 2013 menjadi kurikulum

¹Putri Dewi Angraini, "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan siswa", *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, Vol. 9, No. 2, (2021), h. 292.

²Rahimah, R. "Peningkatan Kemampuan Guru SMP 10 Kota Tebingtinggi Dalam Menyusun Modul Ajar Kurikulum Merdeka Melalui Kegiatan Pendampingan Tahun Ajaran 2021/2022", *Jurnal ANSIRU PAI*, Vol. 6, No. 1, (2022), h. 92-106.

merdeka dengan konsep merdeka belajar, yaitu memberi kebebasan berpikir dan berinovasi baik untuk guru maupun siswa. Perubahan ini menjadi salah satu langkah untuk mewujudkan SDM unggul Indonesia yang memiliki Profil Pelajar Pancasila.³ Untuk mendukung hal ini, guru harus merencanakan dan mempersiapkan pembelajaran secara maksimal melalui pembuatan modul ajar. Modul ajar sangat penting untuk guru dan siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Modul ajar dalam kurikulum merdeka merupakan salah satu perangkat ajar atau rancangan pembelajaran yang diaplikasikan dengan tujuan untuk mencapai Capaian Pembelajaran (CP). Modul ajar merupakan pengembangan dari rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang dilengkapi dengan panduan yang lebih terperinci. Proses penyusunan modul ajar yang berperan penting adalah guru, guru diasah kemampuan berpikir untuk dapat berinovasi dalam modul ajar.

Guru memiliki kebebasan untuk memilih atau memodifikasi modul ajar yang sudah disediakan pemerintah dan dapat juga menyusun modul ajar sendiri. proses pembelajaran yang tidak menyusun modul ajar dengan baik dipastikan penyampaian materi kepada siswa tidak sistematis, sehingga pembelajaran yang berlangsung tidak seimbang antara guru dan siswa. Dengan modul ajar yang dirancang berlandaskan pada kurikulum, diharapkan dapat memudahkan siswa terutama guru dalam mengajar di dalam kelas agar lebih fleksibel dengan

³ Kemendikbud., *Buku Saku Kurikulum Merdeka*, Diakses pada 17 Desember 2023 dari situs <https://ditpsd.kemendikbud.go.id>.

karakteristik siswa⁴. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surah Al-Alaq ayat 4-5:

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ^٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ^٥

Artinya: “Yang mengajar (manusia) dengan perantara kalam (perantara tulis baca). Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya”. (QS. Al-Alaq: 4-5).⁵

Sebagaimana tafsiran ayat diatas secara tidak langsung Allah mengajarkan kepada manusia untuk menggunakan sebuah alat sebagai suatu penuntun dalam menjelaskan segala sesuatu. Sebagaimana Allah SWT telah menurunkan Al-Qur'an kepada Nabi Muhammad SAW untuk menjelaskan segala sesuatu. Sebagaimana keterangan diatas, maka suatu penuntun yang digunakan dalam pembelajaran diharapkan mampu menjelaskan kepada para peserta didik terhadap materi yang mereka pelajari.⁶

Hasil observasi yang telah dilakukan di MAN 4 Aceh Besar dapat dilihat bahwa aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung tidak bersemangat, media yang digunakan oleh guru saat observasi yaitu media buku tulis pada materi virus, metode pembelajaran yang sering digunakan adalah metode ceramah dan tanya jawab yang melibatkan seluruh kelas. Berdasarkan observasi terlihat dari teknologi

⁴ Nesri, F, D, P., Kristanto, Y.D. “Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi Untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa”, *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, Vol. 9, No. 3, (2020), h. 480-492.

⁵ Al-Qur'an Surah Al-Alaq Ayat: 4-5.

⁶ Yanfaunnas, Pendidikan Dalam Perspektif QS. AL-ALAQ: 1-5, *Jurnal Nur El Islam*, Vol.1, No.1, (2014), h.20.

MAN 4 Aceh Besar sudah memiliki proyektor dan wifi yang memadai untuk mendukung guru dan siswa dalam menggunakan teknologi.⁷

Hasil wawancara dengan salah satu guru biologi di MAN 4 Aceh Besar diperoleh bahwa di sekolah tersebut sudah menerapkan kurikulum merdeka yang menggunakan modul ajar, pembelajaran dikelas X MIPA menggunakan buku paket, papan tulis. Adapun guru biologi pernah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus. Namun pembelajaran di dalam kelas tidak berlangsung terlalu aktif dan bersemangat. Siswa juga mengaku merasa bosan dengan penggunaan model *Problem Based Learning* guru juga hanya menggunakan metode ceramah, namun ketika guru menggunakan model pembelajaran berbasis proyek yang banyak melibatkan siswa membuat mereka bersemangat dan aktif sehingga siswa lebih memahami pelajaran.

Permasalahan tersebut diperlukan pengembangan suatu modul ajar yang melibatkan siswa berperan aktif yang dapat digunakan oleh guru maupun siswa di dalam kelas. Peneliti akan mendesain modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus yang didesain menggunakan *Microsoft Word* 2019. Penggunaan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) merupakan alternatif untuk proses pembelajaran yang bertujuan pada keaktifan dan pemahaman peserta didik.

Salah satu materi mata pelajaran biologi pada kelas X MIPA yang terdapat dalam Kurikulum Merdeka yaitu virus. Menurut hasil wawancara dengan guru biologi MAN 4 Aceh Besar, menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran siswa

⁷Hasil Observasi di MAN 4 Aceh Besar.

memperoleh hasil hamper 50% di bawah KKTP dari hasil wawancara tersebut peneliti akan mendesain modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Manfaat dari penelitian pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) ini dapat memudahkan guru dalam proses pembelajaran dan dapat menciptakan kegiatan pembelajaran yang lebih aktif.⁸

Penggunaan model *Project Based Learning* (PjBL) mendukung siswa untuk bereksperimen melalui proyek tugas membuat produk yang kompleks, berdasarkan pertanyaan-pertanyaan atau masalah yang melibatkan siswa dalam desain, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, atau investigasi kegiatan. Dengan model pembelajaran berbasis proyek siswa dapat berperan langsung sehingga meningkatkan aktivitas siswa dalam proses belajar.⁹

Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan oleh Anisa Rahma Widayati dengan judul “Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk Mendukung Sikap Peduli Lingkungan pada Materi Perubahan Lingkungan” diperoleh hasil validasi bahan ajar mendapatkan persentase validitas 88% dengan kriteria sangat layak. Hasil validasi ahli materi mendapatkan persentase validitas 88% dengan kriteria sangat layak. Modul ajar juga efektif mendukung sikap peduli lingkungan siswa karena memiliki rerata *n-gain* dengan nilai signifikansi sebesar 0,4 yang artinya setelah siswa menggunakan modul ajar yang dikembangkan, sikap peduli lingkungan siswa mengalami kenaikan dengan kategori sedang.¹⁰

⁸Hasil Wawancara dengan Guru Biologi MAN 4 Aceh Besar.

⁹ Pratama, H., Yusro, A. C., & Hudha, M. N, *The Influence of a Project-Based Learning Model to Life Skill Ability*, 2018.

¹⁰Widayati, Anisa Rahma. “Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk Mendukung Sikap Peduli Lingkungan pada Materi Perubahan Lingkungan”, (*Skripsi*), Universitas Tidar, 2023.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Nur Kholis Novianto., dkk “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Fluida Statis” diperoleh data modul yang dikembangkan sangat layak pada aspek kelayakan isi dan penyajian, kelayakan Bahasa, kelayakan aspek pembelajaran PjBL, kelayakan kegrafikan dengan nilai rata-rata 3,8 atau dalam kategori sangat baik. Pembelajaran menggunakan modul pembelajaran fisika berbasis PjBL pada materi fluida statis dapat meningkatkan kreatifitas belajar siswa dengan nilai gain 0,46 atau dalam kategori sedang.¹¹

Hal yang membedakan dengan penelitian terdahulu terletak pada materi, jenjang sekolah, dan tempat sekolah serta penelitian yang dilakukan oleh peneliti hanya sampai tahap mengembangkan perangkat pembelajaran yaitu modul ajar kurikulum merdeka. Penelitian yang dikembangkan ini berjudul “**Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Pada Materi Virus**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus.
2. Bagaimana kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus oleh validator perangkat dan materi.

¹¹Nur Kholis N., dkk, “Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X SMA/ MA”, *Jurnal Inkuiri*, Vol. 7, No. 1, (2018), h. 81.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengembangkan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus.
2. Untuk menguji kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

a. Secara Teoritis

Penelitian ini dapat menambah wawasan tentang model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah sehingga dapat membuat kegiatan pembelajaran lebih optimal dan memotivasi siswa.

b. Secara Praktis

a. Bagi Sekolah

Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pihak sekolah dalam melakukan kegiatan belajar mengajar dengan menerapkan model pembelajaran pada saat pembelajaran berlangsung agar kegiatan belajar mengajar lebih aktif dan melibatkan siswa sebagai peran utama.

b. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran yang sesuai dengan materi yang

akan dipelajari dalam proses pembelajaran sehingga kegiatan pembelajaran tidak monoton dan dapat membuat siswa untuk lebih aktif, termotivasi serta mampu menyelesaikan tugas yang diberikan.

c. Bagi Siswa

Penelitian ini dapat membuat siswa untuk dapat memahami materi tentang virus melalui penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

E. Definisi Operasional

1. Pengembangan

Pengembangan merupakan tuntutan dari kebutuhan yang setiap waktu membutuhkan pembaharuan. Pengembangan suatu proses untuk menciptakan atau menyempurnakan sebuah produk yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan.¹² Pengembangan yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu salah satu perangkat ajar, berupa modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus yang nantinya akan membantu guru atau siswa dalam proses pembelajaran.

Pengembangan modul ajar ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D. Model 4-D merupakan salah satu model yang digunakan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, yang dikembangkan oleh Thiagarajan. Berdasarkan namanya, model 4-D terdiri dari 4 tahapan yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan),

¹²Abdiah Badriati, Pengembangan E-Handout Berbasis Mind Mapping Dan Gambar Pada Materi Ekosistem Di SMP Negeri 1 Woyla, (*Skripsi*), Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, 2022.

develop (pengembangan), dan *dessiminate* (penyebaran).¹³ Pada penelitian ini, pengembangan modul ajar dilakukan sampai pada tahap *development* (pengembangan), dimana produk dirancang dan dinilai oleh beberapa Ahli, layak atau tidaknya untuk dikembangkan.

2. Perangkat Pembelajaran

Suhadi mengemukakan, “perangkat pembelajaran adalah sejumlah bahan, alat, media, petunjuk dan pedoman yang akan digunakan dalam proses pembelajaran”. Dari uraian tersebut dapat dikatakan, perangkat pembelajaran adalah sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran di kelas, serangkaian perangkat yang harus dipersiapkan seorang guru dalam menghadapi pembelajaran di kelas.¹⁴ Penelitian ini peneliti membatasi perangkat pembelajaran hanya pada modul ajar yang berisi tujuan pembelajaran, langkah pembelajaran, asesmen, serta informasi dan referensi belajar lainnya yang dapat membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran.

3. Modul Ajar

Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran atau rancangan pembelajaran yang berlandaskan pada kurikulum yang diaplikasikan dengan tujuan untuk menggapai standar kompetensi yang telah ditetapkan.

¹³Sjaeful, A. *Metode Pengembangan Bahan Ajar FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT (4STMD)*, (Bandung: Indonesia Emas group, 2023), h. 13-24.

¹⁴Siti Osa Kosassy, “Mengulas Model-model Pengembangan Pembelajaran Dan Perangkat Pembelajaran”, *Jurnal PPKn & Hukum*, Vol. 14, No. 1, (2019), h. 166.

Modul ajar mempunyai peran utama untuk menopang guru dalam merancang pembelajaran.¹⁵ Modul ajar yang dimaksud dalam penelitian ini adalah seperangkat rancangan pembelajaran yang berlandaskan pada kurikulum yang dirancang dan didesain menggunakan aplikasi *Microsoft Word* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus.

4. Model *Project Based Learning* (PjBL)

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah pembelajaran berbasis proyek yang inovatif dan menekankan pada pembelajaran kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks. Pembelajaran berbasis proyek memfokuskan pada aktivitas peserta didik yang berupa pengumpulan informasi dan pemanfaatannya untuk menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan peserta didik itu sendiri maupun bagi orang lain.¹⁶ Model *Project Based Learning* (PjBL) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah model yang akan melibatkan siswa secara aktif untuk mengerjakan sebuah proyek yang menghasilkan produk sehingga peserta didik lebih aktif dan lebih mudah memahami materi Virus.

¹⁵Maulida Utami, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", *Jurnal Tarbawi*, Vol. 5, No. 2, (2022), h. 131.

¹⁶Alghaniy Nurhadiyah., Rusdinal., Yaniti Fitria, "Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar", *Jurnal Basicedu*, Vol. 5, No. 1, (2021), h. 328-329.

5. Materi Virus

Virus merupakan salah satu materi dalam mata pelajaran biologi pada tingkatan sekolah menengah atas (SMA) yang diajarkan di kelas X/fase E. Capaian pembelajaran (CP) elemen pemahaman biologi: Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antara komponen serta perubahan lingkungan.

6. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah kriteria penentuan apakah suatu produk dan juga ide layak untuk dikembangkan dan direalisasikan.¹⁷ Uji kelayakan dalam penelitian ini ditujukan kepada ahli perangkat (dosen dan guru biologi) dan ahli materi (dosen). Penilaian produk ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran/ modul ajar yang dihasilkan.

Hasil uji kelayakan ini diperoleh dengan memberi lembar validasi kepada ahli perangkat. Ahli perangkat menilai modul ajar kurikulum merdeka dengan indikator yaitu: tujuan pembelajaran, project penguatan profil pelajar pancasila, pertanyaan pemantik, model pembelajaran, metode pembelajaran, pendekatan pembelajaran, membuka pembelajaran, kegiatan inti, menutup pembelajaran, memotivasi peserta didik, bahan ajar, sumber

¹⁷ Serian Wijatno, *Pengantar Entrepreneurship*, (Jakarta: Grasindo, 2009), h. 88.

belajar, merencanakan penggunaan alat dalam pembelajaran, merencanakan penggunaan media pembelajaran, merencanakan aspek dan bentuk penilaian, dan memperhatikan faktor pendukung dalam modul ajar.¹⁸ Ahli materi menilai bahan ajar dengan indikator: kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kontekstual.



¹⁸ Oktorida. N., dkk, “Validitas Instrumen Untuk Mengukur Kelayakan Modul Ajar Fisika di SMAN 13 Padang Berbasis Kurikulum Merdeka Belajar”, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 7, No. 2, (2023), h. 17881-17884.

BAB II LANDASAN TEORI

A. Pengembangan R&D

Pengembangan merupakan sebuah penelitian yang biasanya digunakan dalam pendidikan yang disebut penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan atau dalam bahasa Inggris *Research & Development* (R & D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut.¹⁹ Dari uraian di atas pengembangan adalah suatu proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk.

Penelitian pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk baru melalui proses pengembangan.²⁰ Sehingga makna dari penelitian pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras, seperti buku, modul alat bantu pembelajaran di kelas atau di laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak, seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium dan lain-lain.²¹

¹⁹Sugiyono, *Metode penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2022), h. 297.

²⁰Endang Mulyatiningsih, *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*, (Bandung: Rosdakarya, 2008), h. 154.

²¹Nana Syaodih Sukmadinata, *Metode penelitian Pendidikan* (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2008), h. 164.

Dapat disimpulkan bahwa penelitian pengembangan adalah proses atau langkah-langkah yang dilakukan dengan merancang, membuat atau menyempurnakan suatu produk yang sesuai dengan acuan dan kriteria dari produk yang dibuat. Tujuan dari penelitian pengembangan yaitu untuk menghasilkan suatu produk melalui proses pengembangan dan perubahan-perubahan yang terjadi dalam waktu tertentu terhadap produk tersebut.

B. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Pengembangan perangkat pembelajaran diperlukan model-model pengembangan yang sesuai dengan sistem pendidikan. Model-model pengembangan dapat dijadikan acuan dalam melakukan proses pengembangan sesuai dengan produk yang akan dikembangkan.²² Berikut beberapa model yang akan digunakan sebagai pedoman *Research & Development* (R&D).

1. Model Kemp

Menurut Kemp pengembangan perangkat merupakan suatu lingkaran kontinum. Tiap-tiap langkah pengembangan berhubungan langsung dengan aktivitas revisi. Model kemp memberikan kesempatan pengembang perangkat dari komponen manapun. Namun, karena kurikulum yang berlaku secara nasional di Indonesia dan berorientasi pada tujuan, maka sebaiknya proses pengembangan itu dimulai dari tujuan. Langkah-langkah pengembangan perangkat pembelajaran model kemp meliputi:

²²Siti Osa Kosassy, "Mengulas Model-model ...", h. 156.

- a. Identifikasi Masalah Pembelajaran
 - b. Analisis Siswa
 - c. Analisis Tugas
 - d. Merumuskan Indikator
 - e. Penyusunan Instrumen Evaluasi
 - f. Strategi Pembelajaran
 - g. Pemilihan Media atau Sumber
 - h. Pelayanan Pendukung
 - i. Evaluasi Formatif
 - j. Evaluasi Sumatif
 - k. Revisi Perangkat Pembelajaran
2. Model Dick & Carey

Model Dick & Carey dikembangkan oleh Walter Dick & Lou Carey. Model pengembangan ini memiliki kesamaan dengan model yang dikembangkan Kemp, tetapi ditambah dengan komponen melaksanakan analisis pembelajaran. Terdapat beberapa komponen yang akan dilewati di dalam proses pengembangan dan perencanaan yaitu, sebagai berikut:

- a. Identifikasi Tujuan (*Identify Instructional Goals*)
- b. Melakukan Analisis Instruksional (*Conducting a Goal Analysis*)
- c. Mengidentifikasi tingkah Laku Awal/ Karakteristik Siswa (*Identify Entry Behaviours, Characteristic*)
- d. Merumuskan Tujuan Kinerja (*Write Performance Objectives*)

- e. Pengembangan Tes Acuan Patokan (*Developing Criterion-Referenced Test Items*)
- f. Pengembangan Strategi Pengajaran (*Develop Instructional Strategy*)
- g. Pengembangan atau Memilih Pengajaran (*Develop and select Instructional Materials*)
- h. Merancang dan Melaksanakan Evaluasi Formatif (*Design and Conduct Formative Evaluation*)
- i. Menulis Perangkat (*Design and Conduct Summative Evaluation*)
- j. Revisi Pengajaran (*Instructional Revisions*)

3. Model PPSI (Prosedur Pengembangan Sistem Instruksional)

Secara garis besar model pengembangan PPSI mengikuti pola dan siklus pengembangan yang mencakup: (1) perumusan tujuan, (2) pengembangan alat evaluasi, (3) kegiatan belajar, (4) pengembangan program kegiatan, (5) pelaksanaan pengembangan. Perumusan tujuan menjadi dasar bagi penentuan alat evaluasi pembelajaran dan rumusan kegiatan belajar. Rumusan kegiatan belajar lebih lanjut menjadi dasar pengembangan program kegiatan, yang selanjutnya adalah pelaksanaan pengembangan. Hasil pengembangan tentunya dievaluasi, dan selanjutnya hasil evaluasi digunakan untuk merevisi pengembangan program kegiatan, rumusan kegiatan, belajar, dan alat evaluasi.

4. Model Four-D

Model pengembangan 4-D (*Four-D*) merupakan model pengembangan perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh S. Thagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel. Model pengembangan 4-D terdiri atas 4 tahap

utama yaitu: (1) *define* (pembatasan), (2) *design* (perancangan), (3) *development* (pengembangan), dan (4) *disseminate* (penyebaran); atau diadaptasi menjadi Model 4-P, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Berikut penjelasan langkah-langkah model 4-D:

a. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran yang diawali dengan analisis tujuan dari batasan materi yang dikembangkan perangkatnya. Tahap ini meliputi lima langkah pokok, yaitu: (1) analisis awal, (2) analisis peserta didik, (3) analisis tugas, (4) analisis materi, dan (5) perumusan tujuan pembelajaran. Tahap ini merumuskan secara detail hal apa yang menjadi permasalahan utama yang akan dijadikan sebagai landasan pengembangan produk dalam kegiatan penelitian pengembangan.

b. Tahap Perencanaan (*Design*)

Setelah menetapkan permasalahan dan realita yang dihadapi, maka selanjutnya merumuskan alternatif pemecahan masalah, alternatif perbaikan produk serta upaya perbaikan terhadap produk yang telah ada. Tahap ini terdiri dari tiga langkah, yaitu: (1) Penyusunan tes acuan patokan yang merupakan langkah awal yang menghubungkan antara tahap *define* dan tahap *design*. Tes disusun berdasarkan hasil perumusan tujuan pembelajaran khusus (capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka). (2) Pemilihan model dan media yang sesuai tujuan, untuk menyampaikan materi pelajaran. (3) Pemilihan format dapat dilakukan dengan memilih format yang tepat dengan produk yang akan dikembangkan.

c. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap ini peneliti menerapkan rencana yang telah disusun. Tujuan tahap ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari para ahli.

d. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas misalnya di kelas lain, di sekolah lain, oleh guru yang lain. Tujuan lain adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat yang telah dikembangkan.²³

C. Modul Ajar

1. Pengertian Modul Ajar

Modul ajar merupakan istilah lain dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dalam kurikulum merdeka yang memiliki peranan sebagai pedoman untuk menerapkan alur kegiatan pembelajaran yang sistematis. Modul ajar yang tersusun secara sistematis dapat memberi kemudahan bagi guru dalam mengajar dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi. Modul ajar memiliki berbagai rangkaian di dalamnya, salah satunya yaitu model pembelajaran. Model pembelajaran berperan sebagai kerangka atau pedoman yang digunakan untuk pelaksanaan pembelajaran di dalam kelas.²⁴

²³ Siti Osa Kosassy, "Mengulas Model-model Pengembangan pembelajaran dan Perangkat Pembelajaran", *Jurnal PPKn & Hukum*, Vol. 14, No. 1, (2019), h. 156-165.

²⁴ Usman, Starlet Putri Cahya, Indria Wahyuni, "Kelayakan Modul Ajar Berdiferensiasi Proyek Materi Pencemaran Lingkungan Untuk meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik", *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, Vol. 7, No.2, (2023), h. 100.

Modul ajar adalah buku dalam bentuk modul terpisah yang sesuai dengan CP dan disusun berdasarkan rancangan pembelajaran.²⁵ Modul ajar merupakan materi pembelajaran yang disusun secara ekstensif dan sistematis dengan acuan prinsip pembelajaran yang diterapkan guru kepada siswa. Sistematis dapat diartikan secara berurut mulai dari pembukaan, isi materi, dan penutup sehingga memudahkan siswa belajar dan memudahkan guru dalam menyampaikan materi.²⁶ Oleh karena itu modul ajar menjadi media utama untuk meningkatkan kualitas dalam pembelajaran yang mana berperan baik bagi guru, siswa dan proses pembelajaran.

Modul merupakan suatu unit yang lengkap yang berdiri sendiri dan terdiri atas suatu rangkaian belajar yang disusun untuk membantu peserta didik dalam mencapai sejumlah tujuan yang dirumuskan secara khusus dan jelas.²⁷ Berdasarkan pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa modul ajar merupakan salah satu program belajar mengajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana yang disusun untuk membantu pelajar dalam mencapai sejumlah tujuan yang dirumuskan secara khusus dan jelas.

2. Kriteria Modul Ajar **A R - R A N I R Y**
 - a. Esensial, yaitu pemahaman konsep dari setiap mata pelajaran melalui pengalaman belajar dan lintas disiplin.

²⁵ Rudy, Gunawan, *Modul Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar/ Modul Pembelajaran*, (Jawa Barat: Feniks Muda Sejahtera), h. 5.

²⁶ Utami Maulida, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", *Jurnal Tarbawi*, Vol. 5, No. 2, (2022), h. 132.

²⁷ Irmaliya, I. S, "Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", *Jurnal Literasi dan Pembelajaran Indonesia*, Vol. 3, No. 1, (2023), h. 35-36.

- b. Menarik, bermakna, dan menantang, yaitu modul tersebut mampu menumbuhkan minat belajar dan melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses belajar, berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sebelumnya sehingga tidak terlalu kompleks, namun juga tidak terlalu mudah untuk tahap usianya.
- c. Relevan dan kontekstual, yaitu modul berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sebelumnya, serta sesuai dengan konteks waktu dan lingkungan peserta didik.
- d. Berkesinambungan, yaitu modul memiliki keterkaitan alur kegiatan pembelajaran sesuai dengan fase belajar peserta didik.

3. Komponen Modul Ajar

Secara umum, modul ajar terdiri dari informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Berikut penjelasan secara lengkap dari komponen-komponen modul ajar yaitu:

a. Informasi Umum

- 1) Identitas modul
- 2) Kompetensi awal
- 3) Profil pelajar pancasila
- 4) Sarana dan prasarana
- 5) Target peserta didik
- 6) Model pembelajaran

b. Komponen Inti

- 1) Tujuan pembelajaran

- 2) Pemahaman bermakna
- 3) Pertanyaan Pemantik
- 4) Kegiatan pembelajaran
- 5) Asesmen
- 6) Pengayaan dan remedial

c. Lampiran

- 1) Lembar kerja peserta didik
- 2) Glosarium
- 3) Daftar pustaka.²⁸

D. Model *Project Based Learning* (PjBL)

1. Pengertian *Project Based Learning* (PjBL)

Pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran yang secara langsung melibatkan siswa dalam proses pembelajaran melalui kegiatan penelitian untuk mengerjakan dan menyelesaikan suatu proyek pembelajaran tertentu.²⁹

Pembelajaran berbasis proyek juga menekankan pada tugas-tugas kompleks yang berdasarkan pada pertanyaan atau permasalahan yang menantang, melibatkan siswa dalam kegiatan perancangan, memecahkan masalah, membuat keputusan atau melakukan investigasi serta memberikan

²⁸Irmaliya Izzah Salsabilla, Erisya Jannah, Juanda, "Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", Jurnal Literasi dan Pembelajaran, Vol. 3, No. 1, (2023), h. 37-39.

²⁹Ermaniatu Nyihana, *Metode PjBL (Project Based Learning) Berbasis Scientific Approach Dalam Berpikir Kritis Dan Komunikasi Bagi Siswa*, (Jawa Barat: Adanu Abimata, 2021), h. 44.

kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri atau kelompok dan berakhir pada hasil suatu produk.³⁰

2. Langkah-Langkah

Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek dilaksanakan dalam tahap yaitu:

1. Tahapan perencanaan proyek

Adapun langkah-langkah perencanaan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Merumuskan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
- b. Menentukan topik yang akan dibahas.
- c. Mengelompokkan siswa dalam 3 kelompok kemampuan siswa yang beragam.
- d. Merancang dan menyusun proyek.
- e. Merancang kebutuhan sumber belajar menetapkan rancangan penilaian.

1) Tahap pelaksanaan

Siswa dalam masing-masing kelompok melaksanakan proyek dengan melakukan investigasi atau berpikir dengan kemampuannya berdasarkan pada pengalaman yang dimiliki. Kemudian diadakan diskusi kelompok. Sementara guru membimbing siswa yang mengalami kesulitan dengan bertindak sebagai fasilitator.

³⁰ Arisyulianto, Dkk., "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Lesson Study Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa", *Jurnal Pendidikan*, Vol. 2, No. 3, (2015), h.448.

2) Tahap penilaian

Tahap ini guru melakukan evaluasi terhadap hasil kerja masing masing kelompok. Berdasarkan penilaian tersebut, guru dapat membuat kesimpulan apakah kegiatan tersebut perlu diperbaiki atau tidak, dan bagian mana yang perlu diperbaiki.³¹

3. Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan menggunakan *Project Based Learning* (PjBL) adalah:

- a. Dapat merombak pola pikir siswa dari yang sempit menjadi yang lebih luas dan menyeluruh dalam memandang dan memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan.
- b. Membina peserta didik menerapkan pengetahuan, sikap, keterampilan terpadu, yang diharapkan berguna dalam kehidupan sehari-hari siswa.
- c. Berdasarkan kelebihan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) maka dapat membuat siswa lebih kreatif dalam proses pembelajaran sehingga model ini akan dapat meningkatkan kreativitas siswa dalam pembelajaran.³²

Selain dipandang memiliki keunggulan, model ini masih dinilai memiliki kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

- a. Memerlukan banyak waktu dan biaya.
- b. Memerlukan banyak media dan sumber belajar.

³¹ M Hosnan, *Pendekatan Sainifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2014), h. 329.

³² Al-Tabany, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*, (Jakarta: Kencana, 2014), h.45.

- c. Memerlukan guru dan siswa yang sama-sama siap belajar dan berkembang.
- d. Ada kekhawatiran siswa hanya akan menguasai satu topik tertentu yang dikerjakannya.

Mengatasi kelemahan dari pembelajaran berbasis proyek di atas seorang pendidik harus dapat mengatasi dengan cara memfasilitasi peserta didik dalam menghadapi masalah, membatasi waktu peserta didik dalam menyelesaikan proyek, meminimalis dan menyediakan peralatan yang sederhana yang terdapat di lingkungan sekitar, memilih lokasi penelitian yang mudah dijangkau sehingga tidak membutuhkan banyak waktu dan biaya.³³

E. Materi Virus

1. Pengertian Virus

Virus adalah entitas non seluler yang merupakan parasite interseluler, virus bersifat obligat, artinya virus hanya dapat hidup dalam sel inang, tidak dapat bertahan di luar sel agar bisa bereproduksi. Selain itu virus memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut:

- a. Virus hanya satu jenis asam nukleat (DNA atau RNA), sedangkan sel memiliki keduanya.

³³ Abidin, *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*, (Bandung: Refika Aditama, 2014), h.171.

- b. Virus tidak memiliki sistem pensintesis protein sendiri (tidak memiliki ribosom), tidak memiliki sistem konversi energi sendiri (tidak memetabolasi makanan untuk menghasilkan ATP).
- c. Virus tidak dilindungi oleh membrane lipid yang dibuatnya sendiri (walaupun sejumlah virus diselubungi oleh suatu amplop (envelope) yang merupakan modifikasi membrane inang saat virus meninggalkan sel. Virus tidak memiliki membrane internal.
- d. Virus tidak terpengaruh oleh antibiotik, walaupun sel inangnya mungkin terpengaruh.
- e. Virus tidak memiliki sitoskeleton atau cara-cara untuk bergerak selain difusi.
- f. Virus tidak “tumbuh” dalam pengertian klasik, yaitu pertambahan masa: dengan kata lain, begitu virus lain terbentuk ukurannya tidak bertambah.³⁴

Struktur Tubuh dan Ciri-ciri Virus Virus memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil berdiameter hanya 20 nm (lebih kecil dari pada ribosom), sedangkan virus terbesar sekalipun sukar dilihat dengan mikroskop cahaya.³⁵ Oleh karena itu virus yang berukuran kecil hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Virus tidak memiliki berkembangbiak di dalam tubuh inang sebagai parasit. Walaupun terdapat banyak bentuk virus, namun secara umum struktur tubuhnya sama, yaitu terdiri dari:

³⁴ Susan L. Elrod, Ph. D, dkk, *Genetika Edisi Keempat*, (Jakarta: Erlangga, 2006), h. 246.

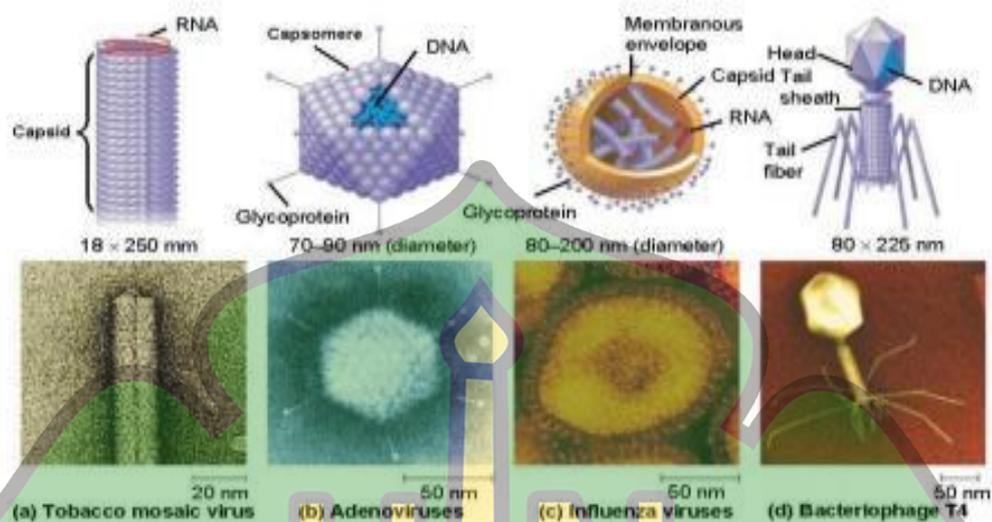
³⁵ Neil A. Campbell, *Biologi Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 2008), h. 413.

Selubung protein (kapsid), merupakan selubung yang melindungi bahan inti virus dan memberikan bentuk tubuh virus tersebut. Pada virus sederhana selubung protein hanya membentuk tubuh yang terlihat seperti batang, namun pada virus yang lebih kompleks akan terbentuk juga bagian kepala dan ekor. Kapsid disusun oleh subunit-subunit protein lebih kecil yang biasa disebut kapsomer.

Bahan Inti (Asam Nukleat), Asam nukleat disini berupa RNA atau DNA yang membawa informasi pewarisan sifat. Bahan inti hanya mengandung satu komponen, RNA saja atau DNA saja. Gabungan dari selubung protein dan bahan inti sering disebut nukleoplasid. Beberapa virus kompleks memiliki kepala dan ekor.

2. Bentuk-bentuk Virus

Bentuk virus bervariasi, ada yang bulat, batang, berbentuk seperti T, dan masih banyak lagi. Virus juga merupakan partikel penginfeksi yang terdiri atas asam nukleat berselubung protein dan pada beberapa kasus dilindungi oleh amplop bermembran. Adapun macam-macam bentuk virus dapat dilihat pada gambar 2.1

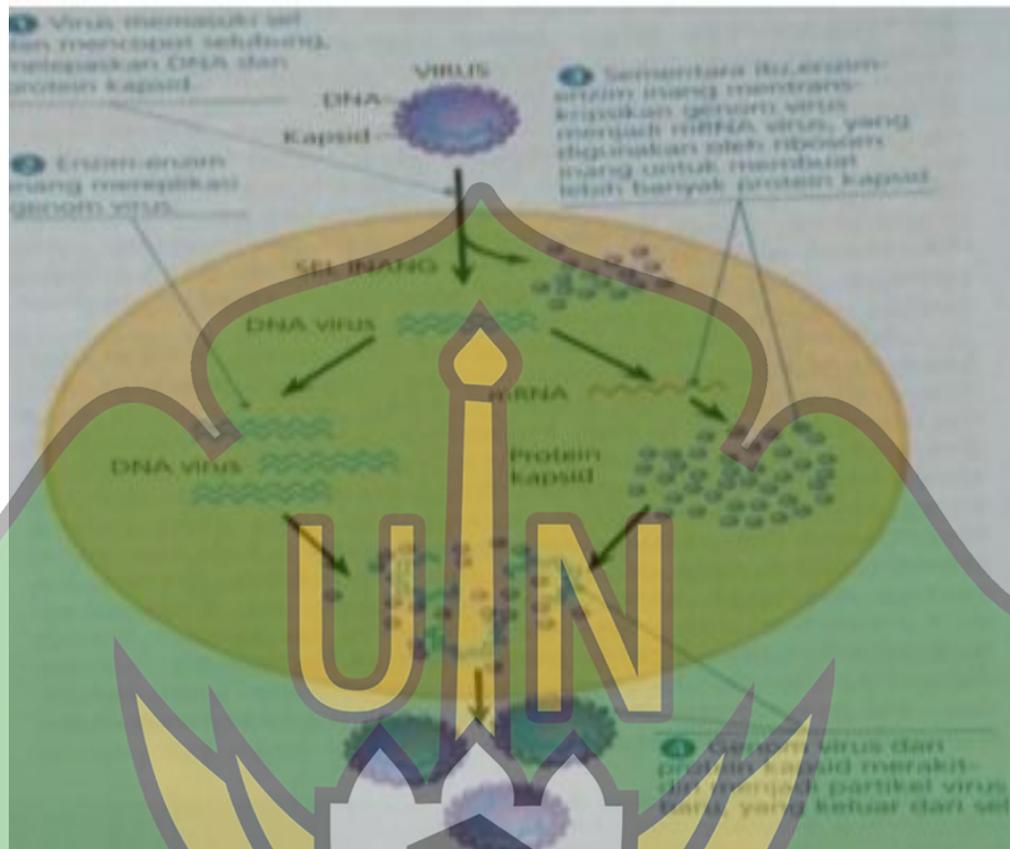


Gambar 2.1 Bentuk-bentuk Virus.³⁶

3. Reproduksi (Replikasi) Virus

Salah satu ciri makhluk hidup yang dimiliki virus adalah dapat berkembangbiak atau bereproduksi. Proses reproduksi yang biasa disebut replikasi virus ini hanya dapat dilakukan di dalam tubuh makhluk hidup lain. Untuk menjalankan proses replikasi, virus membutuhkan RNA atau DNA makhluk hidup lain atau inangnya. Terdapat 2 jenis proses replikasi yang dapat terjadi pada virus, yaitu Siklus Litik dan Siklus Lisogenik. Siklus reproduksi virus dapat dilihat pada gambar 2.2

³⁶ Campbell, *Biologi Edisi Keempat*, , h. 414



Gambar 2.2 Siklus reproduksi virus yang disederhanakan.³⁷

a. Siklus Lisis

Siklus lisis terjadi ketika pertahanan tubuh sel inang mampu kalah dengan penyerangan virus. Dalam siklus ini virus mampu dengan cepat mengambil alih sel inang sehingga replikasinya lancar tanpa proses menunggu. Berikut adalah tahapan-tahapan pada siklus lisis:

a. Tahap Perlekatan/Penempelan (*Adsorpsi*)

Pada tahapan ini terjadi penempelan bagian virus (*virion*) dengan sel makhluk hidup yang terinfeksi. Bagian tersebut akan menempel pada

³⁷ Campbell, *Biologi Edisi Keempat*, , h. 415

dinding sel yang memiliki reseptor protein tertentu sehingga dapat mengenali virus. Mekanisme ini didasarkan atas prinsip *Lock and Key*, yaitu kecocokan antar sel inang dengan virus. Setelah menempel, virus akan mengeluarkan enzim untuk menghancurkan membran sel tersebut.

b. Tahap Penetrasi/Penyuntikan (Injeksi)

Setelah membran sel inang yang terinfeksi hancur, virus akan menyuntikkan bahan inti (asam nukleat) nya yang berupa RNA atau DNA memasuki sitoplasma sel inang. Pergerakan bahan inti ini didorong oleh kontraksi dari kapsid virus, artinya kapsid virus tidak ikut masuk ke dalam sel melainkan akan terus berada di luar sel.

c. Tahap Replikasi/Eklifase dan Sintesis

Pada tahapan ini, terjadi penggabungan komponen DNA virus dengan sel inang, dan karena kekuatan penyerangan virus lebih kuat dari pertahanan sel inang, maka DNA virus mampu menghancurkan DNA sel inang. Enzim penghancur dari virus akan menghancurkan komponen DNA sel inang sehingga proses sintesis DNA sel inang akan terhenti. Kemudian bahan inti (asam nukleat) dari virus yang masuk akan menggantikan posisi DNA sel inang yang sudah tidak berdaya.³⁸

³⁸ Campbell, *Biologi Edisi Keempat*, h. 415.

d. Tahap Pematangan

Hasil sintesis yang berupa asam nukleat dan protein terpisah tadi kemudian dirakit untuk menjadi virion-virion baru yang matang dan utuh.

e. Tahap Pelepasan (*Lisis*)

Virus baru yang terbentuk akan menghasilkan enzim lisozim sehingga membuat dinding sel tersebut hancur. Kemudian virus baru (*virion*) keluar dari sel inang tadi dan menginfeksi sel-sel disekitarnya. Sel yang ditinggalkan kondisinya sudah rusak dan mati sehingga tidak berguna lagi. Siklus lisis fag T4 dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar: 2.3 Siklus Lisis Fag T4, Sejenis Fag Virulen.³⁹

³⁹ Campbell, *Biologi Edisi Keempat*, h. 416

b. Siklus Lisogenik

Siklus Lisogenik terjadi ketika sistem pertahanan sel inang lebih kuat dari penyerangan virus sehingga sel inang mampu mempertahankan kesehatannya. Nah dalam kondisi ini sel virus tidak mati atau keluar dari sel inang tersebut, menunggu hingga sistem pertahanannya lemah kemudian kembali menyerang sesuai dengan tahapan siklus litik. Selama proses menunggu ini, komponen virus yang masuk ke dalam sel menempel pada kromosom sel inang sehingga apabila sel inang membelah diri, maka keturunannya juga memiliki komponen tersebut.

1) Tahap Perlekatan/Penempelan (*Adsorbsi*)

Pada tahapan ini terjadi penempelan bagian virus (virion) dengan sel makhluk hidup yang terinfeksi. Bagian tersebut akan menempel pada dinding sel yang memiliki reseptor protein tertentu sehingga dapat mengenali virus. Mekanisme ini didasarkan atas prinsip *Lock and Key*, yaitu kecocokan antar sel inang dengan virus. Setelah menempel, virus akan mengeluarkan enzim untuk menghancurkan membran sel tersebut.

2) Tahap Penetrasi/Penyuntikan (Injeksi)

Setelah membran sel inang yang terinfeksi hancur, virus akan menyuntikkan bahan inti (asam nukleat) nya yang berupa RNA atau DNA memasuki sitoplasma sel inang. Pergerakan bahan inti ini

didorong oleh kontraksi dari kapsid virus, artinya kapsid virus tidak ikut masuk ke dalam sel melainkan akan terus berada di luar sel.⁴⁰

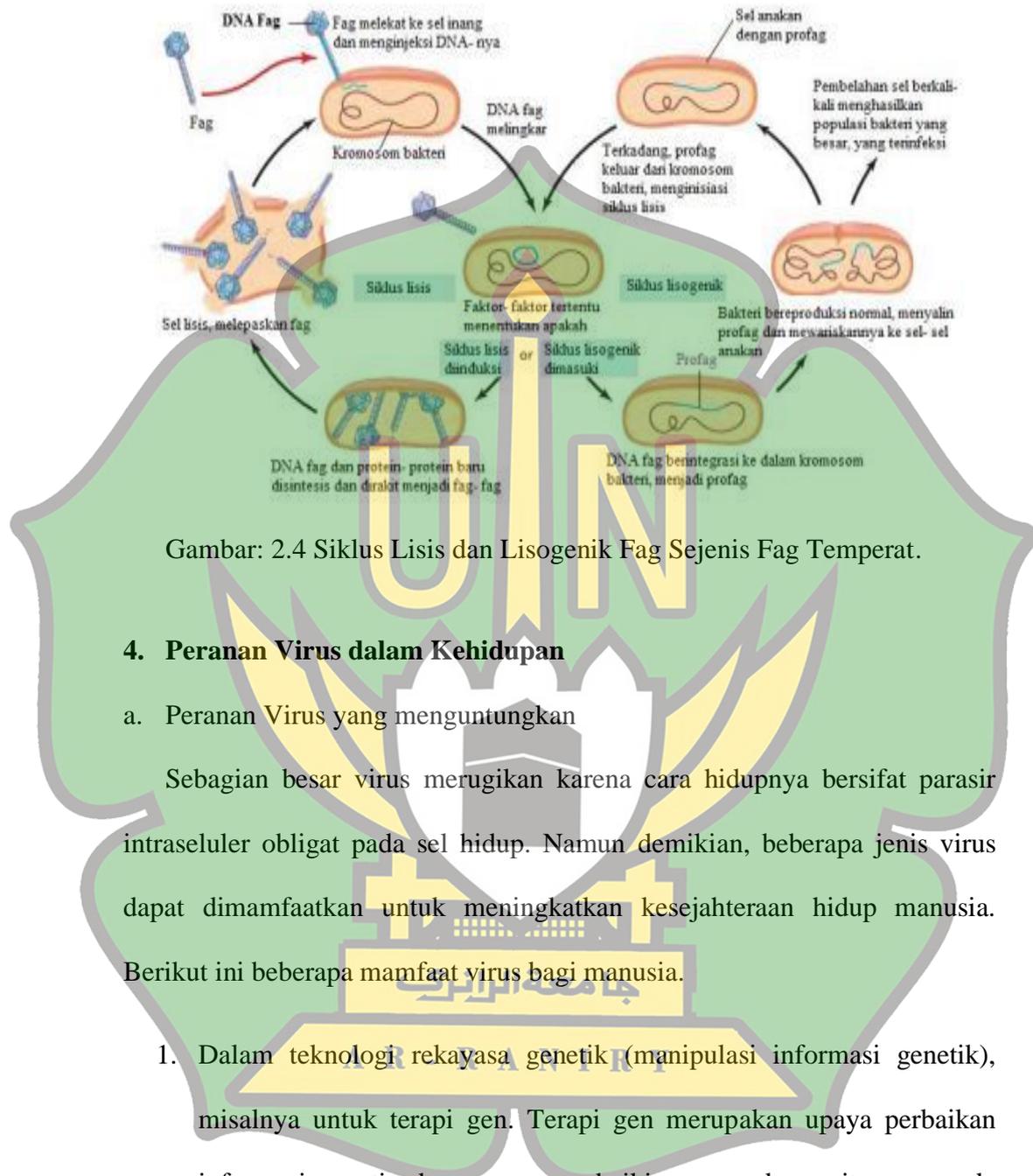
3) Tahap Penggabungan

Pada fase ini terjadi penggabungan bahan inti (asam nukleat) dari virus dengan komponen DNA pada kromosom sel inang. Karena kekuatan pertahanan sel inang lebih kuat dari penyerangan virus maka virus tidak dapat langsung menghancurkan sel inang tersebut. DNA virus yang menyatu dengan DNA sel inang disebut profage.

4) Tahap Pembelahan/Penggandaan (*Cleaveage*)

Saat sel inang membelah diri, maka komponen virus yang telah menyatu dengan komponen DNA sel inang juga akan ikut membelah sehingga proses pembelahan juga menghasilkan sel baru dengan *profage* didalamnya. Proses pembelahan sel dapat berlangsung beberapa generasi dan terus menghasilkan sel baru dengan *profage*. Siklus lisogenik secara klinis hanya sampai pada tahap *Cleaveage*. Ketika pertahanan sel inang melemah maka virus akan masuk ke siklus siklik dan dengan cepat menghancurkan sel inang tadi. Siklus lisis dan lisogenik dapat dilihat pada gambar 2.4

⁴⁰ Campbell, *Biologi Edisi Keempat*....., h. 416-417.



Gambar: 2.4 Siklus Lisis dan Lisogenik Fag Sejenis Fag Temperat.

4. Peranan Virus dalam Kehidupan

a. Peranan Virus yang menguntungkan

Sebagian besar virus merugikan karena cara hidupnya bersifat parasit intraseluler obligat pada sel hidup. Namun demikian, beberapa jenis virus dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Berikut ini beberapa mamfaat virus bagi manusia.

1. Dalam teknologi rekayasa genetik (manipulasi informasi genetik), misalnya untuk terapi gen. Terapi gen merupakan upaya perbaikan informasi genetic dengan memperbaiki susunan basa nitrogren pada untaian DNA di dalam gen. salah satu keberhasilan teknik ini adalah memperbaiki kelainan genetic ADD (*adenosine deaminase deficiency*) yang menyebabkan seseorang tidak memiliki daya tahan tubuh karena tidak terdapatnya enzim AD (*adenosine deaminase*). Dalam teknik

terapi gen, Retrovirus digunakan sebagai vektor untuk memasukkan gen pengkode enzim AD ke dalam sel limfosit T yang abnormal. Pembuatan vaksin protein. Selubung virus dapat digunakan sebagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respons kekebalan tubuh melawan suatu penyakit.

2. Untuk pengobatan secara biologis, yaitu dengan melemahkan atau membunuh bakteri, jamur, atau protozoa yang bersifat pathogen. Bakteriofag, misalnya dapat digunakan untuk membunuh bakteri pathogen.
3. Pemberantasan serangga hama. Beberapa virus hidup parasit pada serangga. Virus tersebut dibiakkan dan digunakan untuk menyemprot serangga atau tanaman, misalnya Baculovirus. Sejak tahun 1950, Baculovirus digunakan sebagai bioinsektisida yang tidak mencemari lingkungan.
4. Untuk membuat perangkat elektronik. Tim ilmuwan dari Jonh Inner Center (pusat riset mikrobiologi di Inggris) berhasil menginokulasi partikel virus, kemudian mencampurnya dengan senyawa besi (Fe) untuk membuat kapasitor (alat menyimpan energy listrik).⁴¹

⁴¹ Tribowo Yuwono, *Biologi Molekuler*, (Jakarta: Erlangga, 2005) h 16.

5. Penyakit yang disebabkan oleh virus

a. Penyakit pada Manusia yang Di sebabkan oleh Virus

Beberapa penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus, antara lain gondongan, herpes, cacar, cacar air varisela-zoster, hepatitis, influenza, parainfluenza, campak (morbili), AIDS, poliomielitis, tumor, kanker, karsinoma, kutil, demam berdarah, chikungunya, flu burung, dan SARS.

- 1) Gondongan adalah penyakit pembengkakan kelenjar parotis (kelenjar ludah) yang dapat menular. Pembengkakan dan rasa nyeri akan lebih terasa ketika menelan makanan yang bersifat asam. Gondongan disebabkan oleh *Paramyxovirus*.⁴²
- 2) Herpes adalah penyakit infeksi pada sel epitel. Setelah terjadi infeksi, virus tidak akan keluar dari tubuh dan tetap laten pada sel-sel saraf. Penyakit ini dapat menular melalui kontak langsung dengan cairan yang berasal dari jaringan epitel yang terinfeksi. Herpes disebut juga “demam lepuh”. Penyebabnya adalah virus herpes simpleks (HSV-1 dan HSV-2).⁴³
- 3) Cacar air varisela (*chickenpox*) dan herpes zoster (*shingles*) merupakan penyakit ringan yang mudah menular, terutama pada anak-anak. Penyakit ini ditandai timbulnya vesikula pada kulit dan selaput lender. Herpes zoster adalah penyakit cacar air yang diderita oleh orang dewasa

⁴² Erang ristante., *Mikrobiologi Kesehatan*, (Yogyakarta: ANDI, 2015) h. 47

⁴³ Erang ristante., *Mikrobiologi ...* h. 47.

dengn gejala sama seperti cacar air varisela, ditandai oleh adanya ruam vesikuladi kulit. Keduanya disebabkan virus varisela. Perbedaannya adalah cacar air varisela disebabkan infeksi pertama virus, sedangkan herpes zoster disebabkan pengaktifan kembali virus laten yang menetap di ganglia sensorik.⁴⁴

- 4) Hepatitis adalah penyakit gangguan fungsi hati dan saluran empedu yang dapat menyebabkan kematian. Penularan virus hepatitis dapat melalui cairan tubuh atau peralatan alat makan dan minum penderita. Terdapat penyakit hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, hepatitis D, dan hepatitis E. Penyakit hepatitis A disebabkan oleh virus HAV dari genus Heparnavirus. Penyakit hepatitis B disebabkan oleh virus HBV dari genus Orthohepadnavirus. Penyakit hepatitis C disebabkan oleh virus HCV dari genus Hepacivirus. Penyakit hepatitis D disebabkan oleh virus HDV dari genus Deltavirus. Penyakit hepatitis E disebabkan oleh virus HEV dari genus Herpervirus.⁴⁵
- 5) Influenza dan influenza merupakan penyakit pernapasan yang terkadang merupakan wabah di beberapa bagian dunia. Gejala influenza timbul mendadak,dengan gejala tubuh menggigil, sakit kepala, batuk kering, demam, dan nyeri otot menyeluruh. Influenza disebabkan oleh virus *Orthomycovirus* yang berbentuk bulat dengan diameter 100 nm. Virus

⁴⁴ Erang ristante., *Mikrobiologi ...* h. 48.

⁴⁵ Erang ristante., *Mikrobiologi ...* h. 48.

influenza menyerang sel-sel saluran pernapasan dan mudah menyebar dari orang ke orang saat penderita batuk, bersin, atau melalui kontak tangan yang terkontaminasi.⁴⁶

6) Campak (Morbili) disebabkan oleh virus Morbillivirus. Masa inkubasi virus ini 7–11 hari, dengan gejala demam, bersin, batuk pilek, mata merah, dan timbul ruam bercak coklat pada kulit. Penyakit campak dapat menular, namun satu kali infeksi dapat memberikan kekebalan seumur hidup. Campak bersifat endemic dan kira-kira berulang setiap 2–3 tahun. Pencegahannya dilakukan dengan cara pemberian vaksin.⁴⁷

7) AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*) merupakan penyakit hilangnya system kekebalan tubuh. Penyakit AIDS dilaporkan pertama kali sampai di Amerika pada tahun 1981, sedangkan isolasi virus dilakukan pada akhir tahun 1983. Penyakit ini disebabkan oleh HIV (human immunodeficiency virus) dari genus Lentivirus, family Retroviridae, subfamily Lentivirinae yang menyerang sel limfosit T CD4.⁴⁸ Perjalanan infeksi virus HIV sangat khas, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama (sekitar 10 tahun), mulai dari stadium infeksi primer, penyebaran virus ke organ limfoid, masa laten klinik, dan kematian.

⁴⁶ Pipit Pitriana dan Diah Rahmatia, *Bio Expo, Menjelajah Alm dengan Biologi*, (Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari, 2008), h. 29.

⁴⁷ Pipit Pitriana dan Diah Rahmatia, *Bio Expo, Menjelajah Alam dengan...*, h. 30.

⁴⁸ Pipit Pitriana dan Diah Rahmatia, *Bio Expo, Menjelajah Alam dengan...*, h. 32.

Kematian biasanya terjadi setelah 2 tahun setelah timbul penyakit klinis, ditandai dengan tidak adanya respon imun terhadap semua infeksi patogen. Gejala yang dapat dilihat, antara lain diare kronis, penurunan berat badan, rasa lelah, demam, sesak napas, dan bercak putih pada lidah. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seksual dengan penderita AIDS atau yang positif HIV, penggunaan jarum suntik bekas oleh pengguna narkoba, transfusi darah yang tercemar HIV, dan ibu positif HIV yang menularkan kepala bayi yang dikandungnya.

AIDS tidak menular melalui sentuhan biasa, misalnya berjabat tangan dengan penderita, persinggungan kulit, gigitan nyamuk, mencoba pakaian di toko, penggunaan toilet bersama, memegang alat minum atau gagang telpon, berenang di kolam renang umum, udara terbuka, dan makanan. Pada umumnya AIDS di derita oleh kaum homoseksual, pemakai narkoba jenis suntik, pasien yang sering menerima transfusi darah, pelaku seks bebas yang sering berganti pasangan, dan anak-anak yang dilahirkan dari wanita positif HIV.⁴⁹

- 8) Tumor adalah jaringan yang terbentuk dari sel-sel dengan kecepatan pembelahan melebihi batas normal. Tumor ganas disebut kanker. Karsinoma adalah kanker pada jaringan lunak, misalnya pada membran. Kutil merupakan tumor jinak pada sel epitel kulit atau membran mukosa.⁵⁰

⁴⁹ Erang ristante., *Mikrobiologi*. h. 49.

⁵⁰ Erang ristante., *Mikrobiologi*. h. 49.

- 9) Demam Berdarah ditandai gejala tubuh menggigil dan sakit kepala. Rasa sakit segera timbul, khususnya pada punggung, sendi, otot, dan bola mata. Suhu badan kembali normal setelah 5 – 6 hari dan meningkat kembali sekitar 5 – 8 hari kemudian. Bercak-bercak merah akan timbul dan berlangsung selama 24 – 72 jam. Kadar trombosit dalam darah akan menurun dan kondisi paling parah adalah terjadinya pendarahan yang menyebabkan kematian. Demam berdarah merupakan penyakit epidemi (wabah) di Filipina, India, dan Indonesia dengan angka kematian 5 – 10 %. Demam berdarah disebabkan oleh virus dengue (Flavivirus) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.⁵¹
- 10) Penyakit flu burung atau avian influenza (AI) disebabkan oleh HPAIV (highly pathogenic avian influenza virus) yang pada awalnya hanya menyerang unggas. Namun, beberapa varian tertentu mengalami mutasi menjadi semakin ganas dan dapat menyerang babi dan manusia. Penyebab flu burung di Asia adalah kelompok virus Tipe A dengan subtype (strain) H5N1 yang sangat ganas. Virus ini berukuran 90 – 120 nanometer dan termasuk family *Orthomyxoviridae*.⁵² Penularan virus dapat melalui udara dan feses unggas. Penularan melalui konsumsi daging belum terbukti, namun perlu diperhatikan cara pengolahannya. Pastikan daging yang di konsumsi benar-benar matang.

⁵¹ Erang ristante., *Mikrobiologi*. h. 47.

⁵² Agnes sri hartanti., *Dasar-Dasar Biologi Kesehatan*, (Yogyakarta: Nuha Medika, 2012) h, 50.

Telur dengan cangkang yang kotor oleh feses dan lendir unggas terinfeksi perlu diwaspadai, karena kemungkinan tercemar oleh virus flu burung. Sebaiknya anda tidak mengkonsumsi telur mentah atau setengah matang.⁵³

b. Penyakit pada Tumbuhan yang Disebabkan oleh Virus

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

- 1) Tungro virus yang berasal dari famili Caulimoviridae dapat menyerang tanaman padi yang menyebabkan sel-sel daun mati sehingga pertumbuhan terganggu dan kerdil. Penyebaran virus ini melalui perantara wereng coklat dan wereng hijau.⁵⁴
- 2) Penyakit mosaik dapat terjadi pada daun tembakau, kacang tanah, papaya, cabai, tomat, dan kentang. Gejalanya adalah timbul bercak-bercak kuning pada daun. Penyebaran virus mosaik terjadi melalui perantara serangga.⁵⁵
- 3) Penyakit TYLC (*tomato yellow leaf curl virus*) adalah virus yang menyebabkan daun tumbuhan tomat berwarna kuning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.⁵⁶

⁵³ Agnes sri hartanti., *Dasar-Dasar ...*h. 50.

⁵⁴ Hasriadi mat., *Virologi Tumbuhan*, (Yogyakarta: KANISIUS, 2006) h 22.

⁵⁵ Hasriadi mat., *Virologi ...* h 22.

⁵⁶ Hasriadi mat., *Virologi ...* h 23.

c. Pencegahan dan pengobatan infeksi virus

Hubungan antara infeksi virus dengan gejala penyakit yang ditimbulkannya serigkali kurang jelas. Beberapa virus menghancurkan sel inang dengan menghasilkan enzim hidrolitik. Ada yang menyebabkan sel inang memproduksi toksin yang menyebabkan gejala sakit. Ada pula virus yang memiliki toksin berupa selubung protein. Terkadang timbul gejala-gejala sementara yang mengirigi terjadinya infeksi virus, misalnya demam, gatal-gatal dan radang. Hal ini terjadi sebagai upaya tubuh untuk melawan infeksi tersebut. Pada dasarnya tubuh kita memiliki sisten imun. Namun sistem imun yang ada terkadang tidak mampu untuk melawan infeksi suatu jenis virus. Usaha pencegahan terhadap infeksi virus dapat dilakukan dengan cara pemberian vaksin, sedangkan pengobatannya dengan cara pemberian interferon dan kemoterapi antivirus.⁵⁷

E. Uji Kelayakan

Uji kelayakan merupakan suatu cara yang digunaka dalam penelitian pengembangan untuk mengetahui layak atau tidak layak produk yang dikembangkan. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli perangkat dan ahli materi. Uji kelayakan perangkat dilakukan oleh dosen biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-raniry Banda Aceh dan guru biologi MAN 4 Aceh Besar

⁵⁷ Hasriadi mat., *Virologi* ... h 23.

yang akan menilai kelayakan isi dari modul ajar kurikulum merdeka⁵⁸. Indikator uji kelayakan isi modul ajar kurikulum merdeka dalam penelitian ini yaitu:

1. Tujuan Pembelajaran
2. Project Penguatan Profil Pelajar Pancasila
3. Pertanyaan Pemantik
4. Model Pembelajaran
5. Metode Pembelajaran
6. Pendekatan Pembelajaran
7. Membuka Pembelajaran
8. Kegiatan Inti
9. Menutup Pembelajaran
10. Memotivasi Peserta Didik
11. Bahan Ajar
12. Sumber Belajar
13. Merencanakan Penggunaan Alat dalam Pembelajaran
14. Merencanakan Penggunaan Media Pembelajaran
15. Merencanakan Aspek dan Bentuk Penilaian
16. Memperhatikan Faktor Pendukung dalam Modul Ajar

Uji kelayakan materi dilakukan untuk mengetahui dan mengukur layak atau tidaknya materi yang tercantumkan dalam bahan ajar. Uji kelayakan materi dilakukan oleh ahli materi yaitu dosen biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

⁵⁸Yosi Wulandari, Wachid E, Purwanto, "Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", Jurnal Gramatika, Vol. 3, No. 2, (2017), h. 165.

UIN Ar-raniry Banda Aceh yang akan menilai kelayakan materi dalam bahan ajar. Indikator uji kelayakan materi dalam penelitian ini yaitu: kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kontekstual.



BAB III METODE PENELITIAN

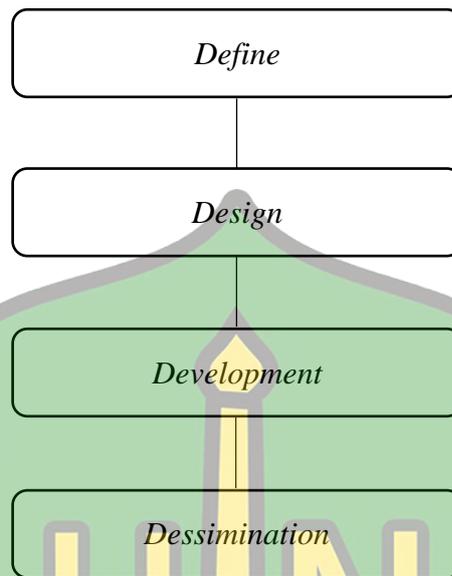
A. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah penelitian dan pengembangan atau yang sering disebut sebagai R&D (*Research and Development*). Metode yang digunakan tersebut untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.⁵⁹ Penelitian dan pengembangan adalah proses yang dilakukan untuk menghasilkan produk baru atau mengembangkan produk yang telah ada agar lebih baik dari produk sebelumnya. Penelitian pengembangan merupakan tipe penelitian yang berbeda dengan penelitian pendidikan, karena tujuan penelitian pengembangan ialah menghasilkan produk yang berdasarkan penemuan-penemuan pada uji lapangan.⁶⁰

Penelitian ini peneliti akan mengembangkan suatu perangkat pembelajar yang berupa modul ajar tentang virus sehingga dapat dimanfaatkan oleh siswa dan guru khususnya kelas X MAN 4 Aceh Besar. Untuk dapat menghasilkan produk maka diperlukan pengujian terhadap produk yaitu dengan pengujian validasi agar produk berupa modul ajar dapat digunakan dengan baik oleh siswa dan guru. Penelitian pengembangan ini menggunakan model penelitian 4-D. Model pengembangan 4-D merupakan kepanjangan dari 4 tahapan model pengembangan yaitu *Define, Design, Development, and Dessiminate*. Adapun 4 langkah utama pada penelitian ini antara lain:

⁵⁹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*, (Cet. 21; Bandung; Alfabeta, 2014), h.297.

⁶⁰ Yudi Hari Rayanto, Sugianti, *Penelitian Pengembangan Model Addie dan R2d2: Teori dan Praktek*, (Pasuruan: Lembaga Academic & Researarch Institute, 2020), h. 18-20.



Bagan 3.1 Tahapan Model Pengembangan 4D.⁶¹

Berikut langkah dan tahap kegiatan model pengembangan four-D antara lain sebagai berikut:

a. Define (Pendefinisian)

Tahap ini dilakukan untuk menentukan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran, serta kebutuhan yang diperlukan sebelum penyusunan draf modul.

Terdapat lima langkah pokok pada tahapan *define* yaitu:

- 1) Analisis awal, dimana langkah ini dilakukan untuk menganalisis masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi bahwa aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung tidak bersemangat, media yang digunakan oleh guru buku tulis, metode yang sering digunakan adalah metode ceramah dan tanya jawab yang

⁶¹ Ulya Za’Im Luthfiya, “Pengembangan Game Edukasi Beruang Pintar (Belajar Bangun Ruang Pintar) Untuk Memfasilitasi Pemahaman Konsep”, *Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 8, No.2, (2020), h. 289-299.

melibatkan seluruh kelas. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru biologi di sekolah tersebut sudah menerapkan kurikulum merdeka yang menggunakan modul ajar. Adapun guru biologi pernah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus. Namun pembelajaran di dalam kelas tidak berlangsung terlalu aktif dan bersemangat.

- 2) Analisis peserta didik, dimana langkah ini dilakukan untuk menganalisis permasalahan apa saja yang dialami peserta didik sehingga menjadi acuan dalam melakukan pengembangan produk.
- 3) Analisis tugas, dimana langkah ini dilakukan untuk menganalisis capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) terkait materi yang akan dikembangkan di dalam sebuah produk.
- 4) Analisis konsep/materi, dimana langkah ini dilakukan untuk menganalisis konsep/materi yang akan di kembangkan dan dikuasai peserta didik untuk mencapai kompetensi. Selanjutnya mengumpulkan informasi tentang materi yang dibutuhkan bersumber dari buku-buku dan internet.
- 5) Perumusan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran (IKTP), dimana langkah ini dilakukan untuk menentukan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran agar peneliti mengetahui kajian apa saja yang akan ditampilkan dalam produk, serta untuk membatasi sejauh mana pengembangan akan dilakukan dan menghindari penyimpangan pembuatan produk dari tujuan awal.

b. Design (Perancangan)

Tahap *design* terbagi menjadi 2 langkah, yaitu:

1) Pemilihan Format

Pemilihan format yang digunakan pada modul ajar materi virus dibuat semenarik mungkin dengan menampilkan gambar yang sesuai dengan fakta dan dilengkapi dengan fitur-fitur atau komponen-komponen modul ajar.

2) Rancangan Awal

Tahap ini dihasilkan perangkat pembelajaran berupa modul ajar biologi pada sub materi perana virus yang memuat 3 komponen utama modul ajar yaitu: informasi umum, komponen inti, dan lampiran yang mengacu pada kurikulum merdeka belajar *prototype* I yang divalidasi oleh para ahli.

c. Development (Pengembangan)

Tahap ini merupakan proses dan pengembangan produk yang dilaksanakan. Tahap pengembangan merupakan tahap penilaian ahli atau pakar dengan tujuan menghasilkan modul ajar yang telah direvisi oleh para ahli. Tahap ini meliputi pembuatan produk, validasi ahli perangkat dan ahli materi dan perbaikan produk.

1) Pembuatan Produk

Produk yang dibuat adalah modul ajar kurikulum merdeka berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Produk dirancang sesuai dengan pemilihan model pembelajaran, pemilihan format dan rancangan awal dengan menggunakan *Microsoft Word 2019*.

2) Uji Kelayakan Produk

Produk tersebut selanjutnya di uji kelayakan oleh ahli perangkat dan ahli materi. Ahli perangkat terdiri atas 2 orang yaitu 1 orang guru di MAN 4 Aceh Besar, dan 1 orang dosen pendidikan biologi UIN Ar-raniry. Ahli materi terdiri atas 2 orang yaitu 2 orang dosen pendidikan biologi UIN Ar-raniry. Tujuan dari penilaian produk oleh validator ahli yaitu untuk mengetahui layak atau tidak layak produk tersebut digunakan.

3) Perbaikan/revisi Produk

Dari hasil uji kelayakan oleh ahli perangkat dan ahli materi diperoleh komentar dan saran untuk kelayakan penggunaan produk. Pada tahap ini peneliti akan memperbaiki produk sesuai dengan masukan dari tim validator untuk menghasilkan sebuah produk yang layak digunakan.

d. Dissemination (Penyebaran)

Tahap *dissemination* adalah tahap terakhir dalam pengembangan produk, yaitu menyebarluaskan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan. Tahap *dessiminate* (penyebaran) pada penelitian ini tidak menjadi tujuan penelitian sesungguhnya, sehingga untuk tahap *dissemination* tidak dilakukan penyebaran produk yang dikembangkan.⁶²

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di MAN 4 Aceh Besar, Kecamatan, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini dilakukan pada awal bulan Mei-Juni 2024.

⁶²Siaeful. A, *Metode Pengembangan Bahan Ajar Four Steps Teaching Material Development (4STMD)*, (Bandung: Indonesia Emas Group, 2023), h. 13-24.

C. Subjek dan Objek Penelitian

1. Subjek dalam penelitian ini terdiri dari 4 validator yaitu ahli perangkat dan ahli materi. Ahli perangkat terdiri dari 2 orang yaitu 1 orang dosen pendidikan biologi UIN Ar-Raniry dan 1 orang guru MAN 4 Aceh Besar. Ahli materi terdiri dari 2 orang dosen pendidikan biologi UIN Ar-raniry.
2. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah kelayakan modul ajar dan kelayakan materi dalam modul ajar kurikulum merdeka.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara atau prosedur yang dilakukan untuk memperoleh data. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa lembar uji kelayakan terhadap modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus yang akan diberikan untuk ahli perangkat dan ahli materi. Lembar uji kelayakan ini merupakan lembar untuk memudahkan validator memberikan komentar/saran terhadap produk yang dikembangkan. Semua komentar/saran yang diperoleh melalui lembar uji kelayakan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merevisi sehingga produk yang dikembangkan layak digunakan.

E. Instrumen Pengumpulan Data

Jenis instrument pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur kevalidan dari produk yang dikembangkan yaitu:

1. Lembar Uji Kelayakan Perangkat

Lembar validasi perangkat yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang kelayakan perangkat pembelajaran yang sedang dikembangkan, dengan

cara menyerahkan lembar uji kelayakan kepada validator (ahli perangkat) beserta modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Indikator uji perangkat pembelajaran meliputi: tujuan pembelajaran, project penguatan profil pelajar pancasila, pertanyaan pemantik, model pembelajaran, metode pembelajaran, pendekatan pembelajaran, membuka pembelajaran, kegiatan inti, menutup pembelajaran, memotivasi peserta didik, bahan ajar, sumber belajar, merencanakan penggunaan alat dalam pembelajaran, merencanakan penggunaan media pembelajaran, merencanakan aspek dan bentuk penilaian, dan memperhatikan faktor pendukung dalam modul ajar. Validator dapat menguji kelayakan modul ajar sesuai dengan kriteria yaitu: 1 (Kurang), 2 (Cukup), 3 (Kurang Baik), 4 (Baik), 5 (Sangat Baik).

2. Lembar Uji Kelayakan Materi

Lembar uji kelayakan materi digunakan untuk mendapatkan informasi tentang kelayakan suatu materi yang terdapat dalam bahan ajar, dengan cara menyerahkan lembar uji kelayakan materi kepada validator (ahli materi) beserta modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Indikator uji kelayakan materi yaitu: kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, dan kelayakan kontekstual. Validator dalam menguji kelayakan materi sesuai dengan kriteria yaitu: 1 (Kurang), 2 (Cukup), 3 (Kurang Baik), 4 (Baik), 5 (Sangat Baik).

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Pengembangan Perangkat

Pengembangan perangkat pembelajaran yaitu modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus dalam penelitian ini diperoleh data

deskriptif yang berisi tentang saran dan tinjauan dari para ahli perangkat sesuai dengan langkah-langkah pengembangan.

2. Uji kelayakan

Analisis data melalui lembar uji kelayakan dari ahli perangkat menggunakan skala *Likert* dengan penggunaan 5 kategori yang terdiri dari skala 1 sampai 5. Adapun skala *Likert* dapat dilihat pada table 3.1

Table 3.1 Skala *Likert*⁶³

Skor	Kategori
1	Sangat tidak baik
2	Kurang baik
3	Cukup baik
4	Baik
5	Sangat baik

Untuk menghitung persentase jawaban keseluruhan responden dengan rumus:

$$P = \frac{\sum s}{\sum max} \times 100 \%$$

Keterangan:

P = Nilai persentase

$\sum s$ = Skor perolehan berdasarkan indikator

$\sum max$ = Hasil penjumlahan skor yang diperoleh

100 = Konstanta⁶⁴.

⁶³ Abdul Rahmat., dkk, *Model Mitigasi Learning Loss Era Covid 19 Studi Pada Pendidikan Non-Formal Dampak Pendidikan Jarak Jauh*, (Yogyakarta: Samudera Biru, 2021), h.11.

⁶⁴Yosi Wulandari dan Wachid E. Purwanto, "Kelayakan Aspek Materi dan Media Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", *Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, Vol. 3, No. 2, (2017), h. 166.

Dari hasil yang telah diperoleh kemudian dicari persentase kriteria uji kelayakan. Adapun kriteria validasi yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Kriteria Kelayakan⁶⁵

Skor (%)	Kriteria kelayakan
81%-100%	Sangat layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup layak
21%-40%	Tidak layak
0%-20%	Sangat tidak layak

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa, jika persentasi dari uji kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus semakin tinggi maka kelayakan akan semakin tinggi pula.

⁶⁵ Zainal Aqib, Penelitian Tindakan Kelas Untuk Guru, (Bandung: Yarma Widya, 2007), h. 18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan yang telah dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yaitu modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Four-D*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan pada tahun 1974 dengan tahapan *define, design, development, dan dissemination*. Modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang telah dibuat akan melalui proses validasi oleh tim validator ahli perangkat dan ahli materi yang diikuti dengan revisi produk yang dikembangkan.

1. Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Tahapan dari model 4D (*Four-D*) terhadap penelitian pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) ini sebagai berikut:

a. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Define merupakan tahap awal sebelum melakukan pengembangan.

Adapun tahapannya adalah:

1) Analisis Awal

Analisis awal di MAN 4 Aceh Besar didapatkan bahwa, aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung tidak bersemangat, media yang digunakan oleh guru saat observasi yaitu media buku tulis pada materi virus, metode pembelajaran yang sering digunakan adalah metode ceramah dan tanya jawab yang melibatkan seluruh kelas. Berdasarkan observasi terlihat dari

teknologi di MAN 4 Aceh Besar sudah memiliki proyektor dan wifi yang memadai untuk mendukung guru dan siswa dalam menggunakan teknologi.

Hasil wawancara dengan salah satu guru biologi di MAN 4 Aceh Besar diperoleh bahwa di sekolah tersebut sudah menerapkan kurikulum merdeka yang menggunakan modul ajar, pembelajaran dikelas X MIPA menggunakan buku paket, papan tulis. Adapun guru biologi pernah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi virus. Namun pembelajaran di dalam kelas tidak berlangsung terlalu aktif dan bersemangat. Siswa juga mengaku merasa bosan dengan penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) guru juga hanya menggunakan metode ceramah, namun ketika guru menggunakan model pembelajaran berbasis proyek yang banyak melibatkan siswa membuat mereka bersemangat dan aktif sehingga siswa lebih memahami pelajaran.

2) Analisis Siswa

Siswa MAN 4 Aceh Besar selama proses pembelajaran terlihat masih kurang aktif dalam mengikuti pembelajaran terhadap materi yang diajarkan. Hal ini dikarenakan model pembelajaran yg digunakan kurang melibatkan siswa dalam proses pembelajaran. Modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sehingga siswa menjadi aktif dalam proses belajar.

3) Analisis Tugas

Analisis tugas yaitu analisis terhadap Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) terkait materi virus yang akan dikembangkan di

dalam modul ajar. Modul ajar yg digunakan oleh guru di MAN 4 Aceh Besar ketercapaian CP dan TP nya belum menyeluruh dikarenakan model pembelajaran yang dipilih kurang tepat. Analisis tugas ini dilakukan untuk menjadikan acuan dalam menentukan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran. Materi dalam modul ajar *Project Based Learning* (PjBL) berdasarkan analisis Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) diturunkan indikator ketercapaian materi pembelajaran materi virus dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP)
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antara komponen serta perubahan lingkungan.
Tujuan Pembelajaran (TP)
peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahamannya tentang virus dan peranannya.
Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (IKTP)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mampu menyebutkan ciri-ciri virus secara tertulis atau melihat beberapa gambar virus. 2. Siswa mampu mengidentifikasi struktur tubuh virus melalui beberapa gambar virus. 3. Siswa mampu mengidentifikasi peran virus dalam kehidupan sehari-hari.

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (IKTP)

4. Siswa mampu menciptakan solusi terhadap penyebaran virus dalam kehidupan sehari-hari.
-

4) Analisis Konsep/ Materi

Analisis materi yaitu mengidentifikasi materi yang akan dimasukkan ke dalam modul ajar. Berdasarkan hasil analisis materi virus yang terdapat pada buku paket yang digunakan dalam proses pembelajaran masih kurang serta gambar yang dimuat didalam buku paket juga tidak terlalu banyak. Analisis materi ini bertujuan untuk menentukan isi materi dalam modul ajar yang akan dikembangkan untuk dimuat penjelasan materi serta tambahan gambar yang akan membuat materi lebih menarik.

5) Analisis Tujuan Pembelajaran

Analisis ini dilakukan untuk menentukan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran yang di dasarkan pada analisis materi, agar peneliti mengetahui kajian apa saja yang akan ditampilkan dalam modul ajar serta untuk membatasi sejauh mana pengembangan modul ajar yang dirancang.

b. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap *design* merupakan suatu proses merancang produk yang dilakukan dengan beberapa proses yaitu pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan setelah menganalisis Capaian Pembelajaran dan Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran. Setelah data terkumpul kemudian menentukan materi sebagai bagian didalam sebuah modul ajar. Langkah selanjutnya yaitu mempersiapkan *software* untuk mendesain produk yang akan dibuat. *Software* yang digunakan

untuk mendesain modul ajar yaitu menggunakan *Microsoft Word 2019*. Adapun langkah-langkah dalam tahapan desain adalah sebagai berikut:

1) Pemilihan Perangkat

Perangkat yang dipilih yaitu modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang dibuat menggunakan *Microsoft Word 2019*. Aplikasi *Microsoft Word 2019* digunakan untuk membuat cover modul ajar, bahan ajar dan juga untuk menyusun bagian isi dari modul ajar yang akan dibuat.

2) Pemilihan Format

Format modul ajar disusun mengikuti komponen-komponen modul ajar. Secara umum modul ajar terdiri dari informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Modul ajar dan materi disusun sesuaikan dengan Capaian Pembelajaran, Tujuan Pembelajaran, dan Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran untuk materi virus kelas X MA. Format modul ajar adalah sebagai berikut: Cover; Informasi Umum terdiri dari; (a) Identitas Modul; (b) Kompetensi Awal; (c) Profil Pelajar Pancasila; (d) Sarana dan Prasarana; (e) Target Peserta Didik; (f) Model Pembelajaran; Kompetensi Inti terdiri dari; (a) Capaian Pembelajaran; (b) Tujuan pembelajaran; (c) Pemahaman Bermakna; (d) Pertanyaan Pemantik; (e) Kegiatan Pembelajaran; (f) Asesmen; (g) Remedial dan Pengayaan; Lampiran terdiri dari; (a) Lembar kerja Peserta Didik (LKPD); (b) Bahan Ajar; (c) Glosarium; (d) Daftar Pustaka.

c. Tahap pengembangan (*Development*)

Development merupakan tahap lanjutan dari tahap desain. Pengembangan modul ajar pada tahap ini merisi kegiatan realisasi untuk merancang produk. Tahap pengembangan ini meliputi pembuatan produk, uji kelayakan ahli perangkat dan uji kelayakan materi dan perbaikan produk. Berikut hasil pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus dan beberapa komentar/ saran dari validator ahli perangkat dan materi.

1) Hasil Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

a) Bagian Awal

Proses pembuatan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus dengan menggunakan *Microsoft Word*. Tahap awal yang dibuat adalah cover atau tampilan yang dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan sehingga tampilan modul ajar lebih menarik. Tampilan cover modul ajar terdiri dari judul, kelas dan nama penulis. Sampul didesain dengan perpaduan warna yang cerah dan sederhana yaitu warna biru muda, biru tua dan putih. Tampilan bagian cover dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 110.

b) Bagian Kedua

Bagian kedua adalah informasi umum, yaitu meliputi identitas modul, kompetensi awal, profil pelajar Pancasila, sarana dan prasarana, target peserta didik, dan model pembelajaran. Identitas modul dibuat agar dapat mengetahui nama penyusun, nama institusi, tahun, jenjang sekolah, kelas dan alokasi waktu. Kompetensi awal ditulis berbentuk

kalimat pernyataan mengenai pengetahuan dan keterampilan yang harus di capai sebelum mempelajari materi. Profil Pelajar Pancasila ditulis beberapa poin yang telah ditentukan.

Sarana dan prasarana dicantumkan agar menunjang proses pembelajaran di kelas. Target peserta didik bertujuan untuk pengkategorian siswa agar dapat memfasilitasinya dalam proses belajar dengan baik. Model pembelajaran bertujuan untuk memudahkan proses pembelajaran dan mencapai tujuan pembelajaran. Tampilan informasi umum modul ajar dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 111.

c) Bagian Ketiga

Bagian ketiga adalah kompetensi inti, bagian ini terdiri dari tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, asesmen, remedial dan pengayaan. Tujuan pembelajaran dibuat untuk mengetahui capaian pembelajaran. Pemahaman bermakna dibuat untuk menghubungkan konsep dengan fenomena agar membentuk pemahaman yang baik. Pertanyaan pemantik bertujuan untuk membangkitkan kecerdasan berbicara, rasa ingin tahu, memulai diskusi dengan guru dan memulai pengamatan.

Kegiatan pembelajaran berisi skenario pembelajaran dalam kelas. Kegiatan ini memiliki urutan yang sistematis sesuai pada durasi waktu yang telah direncanakan dengan sintak model pembelajaran yang di sesuaikan dengan kebutuhan belajar siswa. Setelah kegiatan pembelajaran berlangsung maka dibuat asesmen yang bertujuan untuk

mengukur capaian pembelajaran di akhir kegiatan pembelajaran. Remedial dan pengayaan diberikan kepada siswa dengan pencapaian tinggi dan siswa yang membutuhkan bimbingan untuk memahami materi pembelajaran. Tampilan komponen inti dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 113.

d) Bagian Akhir

Bagian akhir berupa lampiran yang terdiri dari lembar kerja peserta didik (LKPD), bahan ajar, glosarium dan daftar pustaka. LKPD dibuat agar dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa dan juga mempermudah guru dalam menyampaikan materi. Bahan ajar dibuat untuk sebagai material pendukung dari modul ajar yang didasarkan pada capaian dan tujuan pembelajaran. Glosarium digunakan untuk membantu memahami kata atau istilah yang terdapat pada materi. Daftar pustaka juga memberikan informasi bahwa bahan ajar merupakan hasil dari berbagai sumber. Tampilan lampiran dapat di lihat pada lampiran 11 halaman 120.

2) Hasil Revisi Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus oleh Ahli Modul Ajar dan Ahli Materi

Hasil revisi modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus, yang telah di uji kelayakannya oleh ahli perangkat dan ahli materi diperoleh komentar dan saran untuk dilakukan perbaikan modul ajar.

Adapun komentar dan saran dari ahli perangkat dan ahli materi sebagai berikut.

a) Perbaiki Bagian Informasi Umum

Komentar dan saran dari validator perangkat bahwa profil pelajar pancasila belum di lengkapi dengan PPRA (Profil Pelajar Rahmatan Lil Alamin), pada jenjang pendidikan MA (Madrasah Aliyah) profil pelajar pancasila harus ditambahkan PPRA. Diperbaiki dengan ditambahkan PPRA yang sesuai dengan dimensi profil pelajar pancasila. Tampilan profil pelajar Pancasila dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 139.

Komentar dan saran dari validator perangkat bahwa metode yang digunakan harus sesuai dengan model pembelajaran pada modul ajar, harusnya metode yang dipakai pembuatan proyek karena menyesuaikan dengan model pembelajaran yang digunakan. Berdasarkan saran validator diperbaiki dengan menambahkan pembuatan proyek dan presentasi pada metode pembelajaran. Tampilan model pembelajaran dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 140.

b) Perbaiki Bagian Komponen Inti

Saran dan komentar dari validator ahli perangkat tujuan pembelajaran digabung dengan capaian pembelajaran karena tujuan pembelajaran merupakan bagian dari capaian pembelajaran. Bagian tujuan pembelajaran diganti dengan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran. Berdasarkan saran validator maka diperbaiki tujuan pembelajaran diambil dari capaian pembelajaran sedangkan bagian tujuan pembelajaran diganti dengan

indikator ketercapaian tujuan pembelajaran. Tampilan tujuan pembelajaran dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 141.

Komentar dan saran dari validator ahli perangkat bahwa IKTP belum muncul unsur *degree*, tambahkan unsur *degree* agar IKTP memenuhi sesuai dengan unsur ABCD. Berdasarkan komentar dari validator maka direvisi dengan menambahkan unsur *degree* pada IKTP. Tampilan IKTP dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 141.

Saran dan komentar dari validator ahli perangkat kegiatan pembelajaran pada tahap pendahuluan harus memenuhi 5 komponen pembuka pembelajaran dan alokasi waktu dibuat lebih terperinci lagi. Berdasarkan saran validator maka diperbaiki dengan menambahkan 5 komponen pada tahap pendahuluan yaitu, orientasi, apersepsi, motivasi, tujuan dan pemberian acua, setiap komponen tersebut diberikan alokasi waktu yang jelas dan terperinci. Tampilan kegiatan pembelajaran dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 142.

Saran dan komentar dari validator ahli perangkat bahan ajar disajikan dalam bentuk PPT berdasarkan saran tersebut maka bahan ajar dibuat dalam bentuk PPT, hal ini bertujuan agar bahan ajar menjadi lebih ringkas dan menarik sehingga membuat siswa dapat dengan mudah memahami materi pembelajaran. Tampilan bahan ajar dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 168.

Saran dan komentar dari validator ahli perangkat LKPD dibuat sesuai dengan pertemuan, satu LKPD untuk satu kali pertemuan. LKPD

juga harus di sesuaikan dengan model pembelajaran dan font untuk judul LKPD jangan terlalu besar. Berdasarkan saran maka diperbaiki LKPD ditambah satu pertemuan lagi dan disesuaikan dengan sintak model proyek dan font judul LKPD di sesuaikan ukurannya. Tampilan LKPD dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 159.

c) Perbaiki Bagian Lampiran

Saran dan komentar dari validator ahli materi terhadap cakupan materi bahwasanya perlu dicantumkan karakteristik virus terlebih dahulu sebelum membahas tentang peranannya. Peran virus masih sangat terbatas informasinya dan belum jelas peranannya bagi manusia dan solusi yang dibahas belum per peranan. Kedalaman materi harus di sesuaikan dengan tujuan pembelajaran. Berdasarkan saran validator diperbaiki dengan ditambahkan karakteristik virus, memperjelas peranan virus serta solusinya sesuai dengan tujuan pembelajaran. Tampilan bahan ajar dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 168.

Komentar dan saran dari validator ahli materi terhadap teknik penyajian bahwa masih di temukan beberapa peran yang belum terkait dengan virus, bahasanya masih kurang konsisten. Desain gambar kurang lengkap belum mewakili dari masing-masing peran, gambar yang dicantumkan hanya sesuai untuk sebagian kecil peran virus, tidak ada keterangan gambar dan tidak ada sumber gambar. Berdasarkan saran validator diperbaiki dengan penggunaan bahasa yang konsisten, penambahan gambar yang lebih jelas dan menarik serta keterangan gambar

dan juga sumber gambar. Tampilan terhadap bahan ajar dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 170.

Komentar dan saran dari validator ahli materi bahwa daftar istilah harus ditambahkan karena masih ada istilah-istilah yang belum jelas. Berdasarkan saran diperbaiki dengan menambahkan glosarium dengan penjelasan yang jelas. Tampilan daftar istilah/ glosarium dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 185.

Tabel 4.2 Komentar dan saran dari Validator Ahli Perangkat

No	Validator Perangkat	Komentar/ Saran	Tindak Lanjut
1.	V1	<p>1. Profil Pelajar Pancasila diambil 2 dimensi saja dan ditambahkan PPRA untuk jenjang sekolah MAN</p> <p>2. Metode pembelajaran yang digunakan disesuaikan dengan model pembelajaran.</p> <p>3. Tujuan pembelajaran (TP) digabung dengan capaian pembelajaran (CP). Bagian tujuan pembelajaran diganti dengan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran (IKTP)</p> <p>4. IKTP belum memenuhi unsur ABCD perlu ditambah unsur D nya</p>	<p>1. Telah direvisi Profil Pelajar Pancasila dan ditambahkan PPRA sesuai dengan dimensi Profil Pelajar Pancasila yang diambil</p> <p>2. Telah ditambahkan metode pembuatan proyek yang sesuai dengan model pembelajaran</p> <p>3. Telah direvisi TP digabung dengan CP dan TP diganti dengan IKTP</p> <p>4. Telah direvisi dengan menambahkan unsur D pada IKTP</p>

No	Validator Perangkat	Komentar/ Saran	Tindak Lanjut
		5. Kegiatan pembelajaran pada tahap pendahuluan harus memenuhi 5 komponen dan setiap komponen alokasi waktunya harus terperinci	5. Telah direvisi dengan menambahkn 5 komponen pada tahap pendahuluan dan pembagian alokasi waktu yang lebih jelas
		6. Bahan ajar sebaiknya disajikan dalam bentuk PPT agar menjadi lebih ringkas dan menarik sehingga membuat siswa dapat dengan mudah memahami materi pembelajaran	6. Telah direvisi dengan menyajikan bahan ajar dalam bentuk PPT agar menarik dan memudahkan siswa memahami materi
		7. LKPD ditambah sesuai pertemuan dan disesuaikan dengan model pembelajaran yang digunakan	7. Telah ditambahkan LKPD sesuai dengan pertemuan dengan mengikuti sintak model proyek

Tabel 4.3 Komentar dan Saran dari Validator Ahli Materi

No	Validator Materi	Komentar/ Saran	Tindak Lanjut
1.	V1	1. Perlu dicantumkan karakteristik virus terlebih dahulu sebelum membicarakan peranannya serta solusi masih sangat umum	1. Telah ditambahkan karakteristik dan solusi yang lebih spesifik
		2. Belum semua gambar jelas dan belum ada keterangan gambar yang jelas	2. Telah ditambahkan gambar yang sesuai dan keterangan gambar serta sumber gambar
		3. Daftar isi harus ditambahkan lagi karena masih ada istilah yang belum jelas	3. Telah ditambahkan beberapa istilah yang belum jelas

No	Validator Materi	Komentar/ Saran	Tindak Lanjut
		4. Belum semua materi dapat menjelaskan dan memberi pemahaman yang baik bagi siswa	4. Telah ditambahkan materi yang sudah cukup menumbuhkan rasa ingin tahu dan pemahamannya
2.	V2	1. Perlu dicantumkan karakteristik virus terlebih dahulu sebelum membahas peranannya 2. Materi yang disajikan kurang konsisten 3. Desain gambar kurang jelas dan kurang lengkap 4. Perlu ditambahkan istilah-istilah yang digunakan	1. Telah ditambahkan karakteristik virus sebelum peranannya 2. Telah direvisi dengan menyajikan materi secara konsisten 3. Telah ditambahkan beberapa gambar dengan jelas dan menarik serta keterangan gambar 4. Telah direvisi dengan menambahkan beberapa istilah yang terdapat pada materi

2. Uji Kelayakan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Uji kelayakan dilakukan untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan layak atau tidak digunakan. Penelitian pengembangan ini dilakukan uji kelayakan terhadap modul ajar oleh ahli perangkat dan ahli materi sebagai berikut:

a. Hasil Uji Kelayakan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Pada Materi Virus oleh Ahli Perangkat

Uji kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus oleh ahli perangkat bertujuan untuk mengetahui apakah modul ajar

yang telah dirancang layak untuk digunakan oleh siswa atau tidak. Penilaian uji kelayakan modul ajar terdiri dari 21 aspek yaitu aspek identitas modul ajar, kompetensi awal, profil pelajar pancasila, sarana dan prasarana, target siswa, model pembelajaran, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator ketercapaian tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, pendahuluan, kegiatan inti, penutup, asesmen, remedial dan pengayaan, lembar kerja peserta didik, bahan ajar, glosarium, dan daftar pustaka.

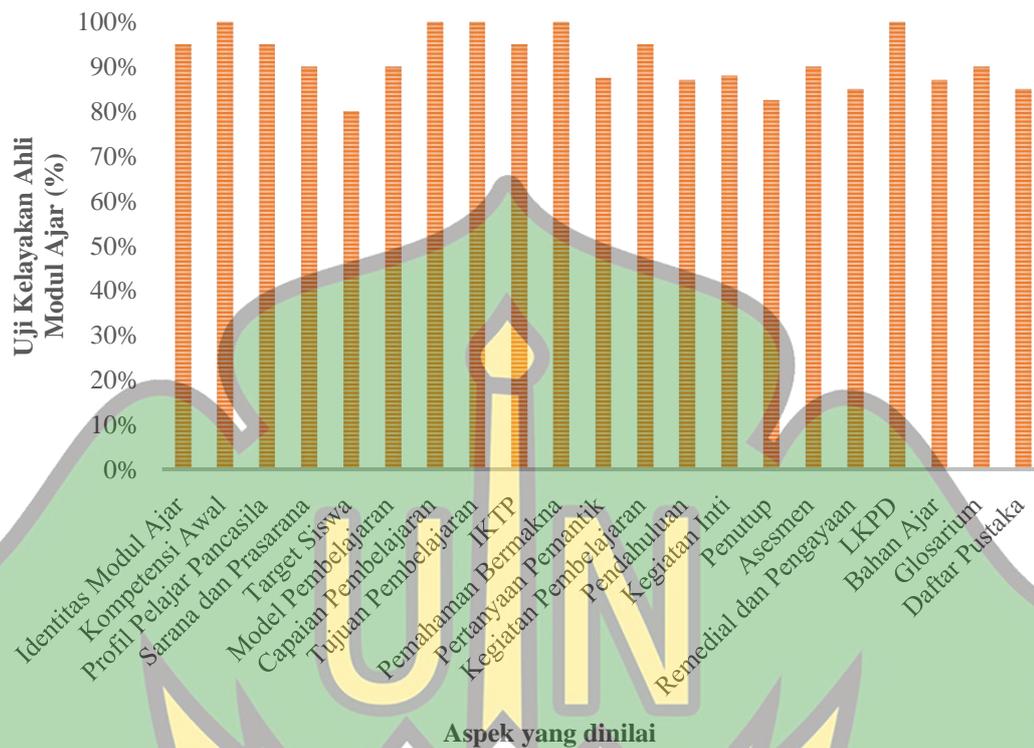
Uji kelayakan modul ajar dilakukan sebanyak 2 kali yaitu tahap awal dan tahap akhir oleh 2 validator yaitu 1 validator dosen Prodi Pendidikan Biologi Universitas UIN Ar-Raniry dan 1 validator guru MAN 4 Aceh Besar. Adapun hasil validasi uji kelayakan modul ajar dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Modul Ajar

No	Aspek Penilaian	V1	V2	Total Skor	Skor Maks	(%)	Kriteria
1.	Identitas Modul Ajar	9	10	19	20	95%	Sangat Layak
2.	Kompetensi Awal	5	5	10	10	100%	Sangat Layak
3.	Profil Pelajar Pancasila	9	10	19	20	95%	Sangat Layak
4.	Sarana dan Prasarana	5	4	9	10	90%	Sangat Layak
5.	Target Siswa	4	4	8	10	80%	Layak
6.	Model Pembelajaran	5	4	9	10	90%	Sangat Layak
7.	Capaian Pembelajaran	5	5	10	10	100%	Sangat Layak
8.	Tujuan Pembelajaran	5	5	10	10	100%	Sangat Layak
9.	Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (IKTP)	8	10	18	20	95%	Sangat Layak
10.	Pemahaman Bermakna	5	5	10	10	100%	Sangat Layak
11.	Pertanyaan Pemantik	19	16	35	40	87,5%	Sangat Layak

No	Aspek Penilaian	V1	V2	Total Skor	Skor Maks	(%)	Kriteria
12.	Kegiatan Pembelajaran	10	9	19	20	95%	Sangat Layak
13.	Pendahuluan	14	12	16	30	87%	Sangat Layak
14.	Kegiatan Inti	24	20	44	50	88%	Sangat Layak
15.	Penutup	17	16	33	40	82,5%	Sangat Layak
16.	Asesmen	5	4	9	10	90%	Sangat Layak
17.	Remedial dan Pengayaan	9	8	17	20	85%	Sangat Layak
18.	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	25	25	50	50	100%	Sangat Layak
19.	Bahan Ajar	14	12	16	30	87%	Sangat Layak
20.	Glosarium	5	4	9	10	90%	Sangat Layak
21.	Daftar Pustaka	9	8	17	20	85%	Sangat Layak
Total Aspek Keseluruhan		211	196	387	450	91,5%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil dari validasi modul ajar sebagai salah satu perangkat pembelajar mendapatkan hasil validasi 95% pada aspek identitas modul ajar, 100% pada aspek kompetensi awal, 95% pada aspek profil pelajar pancasila, 90% pada aspek sarana dan prasarana, 80% pada aspek target siswa, 90% pada aspek model pembelajaran, 100% pada aspek capaian pembelajaran, 100% pada aspek tujuan pembelajaran, 95% pada aspek IKTP, 100% pada aspek pemahaman bermakna, 87,5% pada aspek pertanyaan pemantik, 95% pada aspek kegiatan pembelajaran, 87% pada aspek pendahuluan, 88% pada aspek kegiatan inti, 82,5% pada aspek penutup, 90% pada aspek asesmen, 85% pada aspek remedial dan pengayaan, 100% pada aspek LKPD, 87% pada aspek bahan ajar, 90% pada aspek glosarium, 85% pada aspek daftar pustaka dan untuk nilai keseluruhan aspek dengan kriteria sangat layak digunakan. Berikut perbandingan data hasil uji validasi ahli modul ajar dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Persentase Uji Kelayakan Modul Ajar

b. Hasil Uji Kelayakan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus oleh Ahli Materi

Uji kelayakan materi virus pada modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) bertujuan untuk mengetahui apakah materi pada modul ajar yang dirancang layak untuk digunakan. Uji kelayakan materi dilakukan sebanyak 2 kali yaitu tahap awal dan tahap akhir oleh 2 validator yaitu dosen Prodi Pendidikan Biologi Universitas UIN Ar-Raniry. Adapun hasil uji kelayakan materi pada bagian modul ajar dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Uji Kelayakan Materi

No	Aspek Penilaian	V1	V2	Total Skor	Skor Maks	(%)	Kriteria
1.	Cakupan Materi	8	8	16	20	80 %	Layak
2.	Teknik Penyajian	15	16	31	40	77,5 %	Layak

No	Aspek Penilaian	V1	V2	Total Skor	Skor Maks	(%)	Kriteria
3.	Penggunaan Bahasa	10	14	24	30	80 %	Layak
4.	Hakikat Kontekstual	8	8	16	20	80 %	Layak
Total Aspek Keseluruhan		41	46	87	110	79 %	Layak

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil dari validasi materi pada modul ajar mendapatkan hasil validasi 80% pada aspek cakupan materi, 77,5% pada aspek teknik penyajian, 80% pada aspek penggunaan bahasa dan 80% pada aspek hakikat kontekstual untuk nilai keseluruhan aspek dengan kriteria layak digunakan. Berikut perbandingan data dari hasil uji validasi ahli materi dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik Persentase Uji Kelayakan Materi

Berdasarkan hasil persentase uji kelayakan materi pada modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terdiri dari 4 aspek yang memiliki beberapa indikator dalam penilaian yaitu, aspek cakupan materi yang terdiri dari, keluasan materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran, kedalaman materi

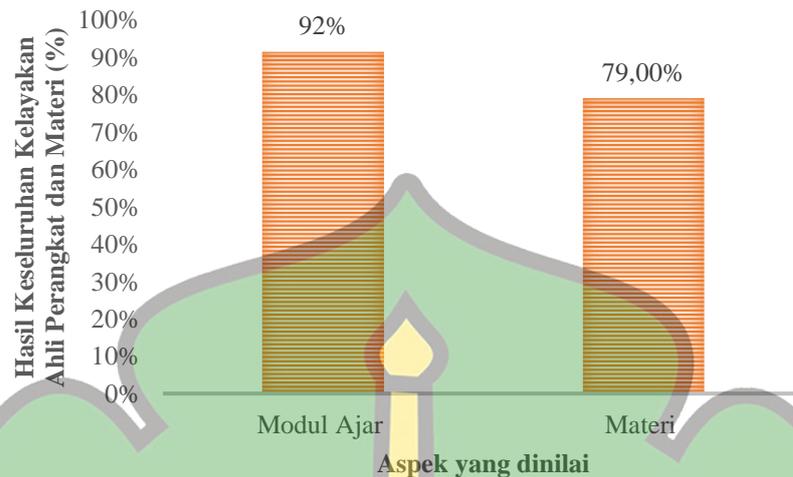
yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran. Maka hasil penilaian dari aspek cakupan materi mendapatkan persentase 80% dengan kriteria layak. Aspek teknik penyajian terdiri dari sistem materi yang disajikan konsisten, desain dan pemilihan gambar yang tepat, memuat materi yang mudah dipahami di tingkat fase E kelas X, gambar yang disajikan sesuai dengan materi, maka hasil penilaian dari aspek teknik penyajian mendapatkan persentase 77,5% dengan kriteria layak.

Aspek penggunaan bahasa terdiri dari bahasa yang digunakan dalam materi mudah dipahami, tata bahasa yang digunakan sesuai dengan EYD, istilah-istilah yang digunakan sudah sesuai dengan materi, maka hasil penilaian dari aspek penggunaan bahasa mendapatkan persentase 80% dengan kriteria layak. Aspek hakikat kontekstual terdiri dari materi yang disajikan menjelaskan fenomena sehari-hari dalam kehidupan siswa, materi yang dimuat dapat menumbuhkan pemahaman siswa dalam kehidupan sehari-hari. Maka hasil penilaian dari aspek hakikat kontekstual mendapatkan persentase 80% dengan kriteria layak.

Tabel 4.6 Hasil Keseluruhan Kelayakan Ahli Perangkat dan Materi

No	Nilai Keseluruhan	Total Skor	Skor Maks	(%)	Kriteria
1.	Modul Ajar	387	450	91,5%	Sangat Layak
2.	Materi	87	110	79%	Layak
Total Aspek		474	560	85,25%	Sangat Layak

Rata-rata nilai keseluruhan validasi ahli perangkat dan materi mendapatkan kriteria kevalidan 85,25% dengan kategori sangat layak digunakan. Perbandingan hasil uji kelayakan validator ahli perangkat dan ahli materi berdasarkan nilai keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Nilai Keseluruhan Modul Ajar dan Materi

Berdasarkan hasil nilai keseluruhan modul ajar dan materi di atas, menunjukkan bahwa hasil dari kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mendapatkan hasil kelayakan dengan persentase perolehan yaitu 92% dengan kriteria sangat layak dan pada nilai keseluruhan materi mendapatkan hasil kelayakan dengan persentase perolehan yaitu 79% dengan kriteria layak. Rata-rata nilai keseluruhan validasi modul ajar dan materi mendapatkan persentase kevalidan 85,25% dengan kriteria sangat layak digunakan.

B. Pembahasan

1. Tahap Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Penelitian yang telah dilakukan berupa penelitian dan pengembangan atau sering di sebut dengan R&D (*Research and Development*).⁶⁶ Adapun hasil akhir dari penelitian ini yaitu sebuah produk berupa modul ajar berbasis *Project Based*

⁶⁶ Aminingsih dkk, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM pada Materi Himpunan Kelas VII SMP", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, Vol.2, No.1, (2020), h. 69.

Learning (PjBL) pada materi virus. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*four-D model*) yang diperkenalkan oleh Thiagrajan pada tahun 1974 dengan tahapan yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan) dan *dessimination* (penyebaran). Modul ini dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan dan dirasa cocok dalam melakukan pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Berikut tahap dari model pengembangan 4D sebagai berikut:

a. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap awal pengembangan yaitu proses *define* (pendefinisian), tahap pendefinisian ini meliputi analisis awal, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep/materi dan analisis tujuan pembelajaran. Tahap analisis awal ini dilakukan dengan mengobservasi sekolah di MAN 4 Aceh Besar dan juga wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi di sekolah tersebut. Hasil analisis awal didapatkan bahwa selama proses pembelajaran yang berlangsung masih didominasi oleh guru dimana guru menjadi narasumber tunggal. Pemilihan model pembelajaran yang kurang tepat dalam proses pembelajaran juga membuat suasana belajar kurang menarik, terbukti dengan kurangnya keaktifan siswa terhadap materi yang diajarkan.

Berdasarkan tahap analisis siswa didapatkan bahwa siswa di MAN 4 Aceh Besar selama proses pembelajaran terlihat masih kurang aktif dalam mengikuti pembelajaran terhadap materi yang diajarkan. Hal ini dikarenakan model pembelajaran yg digunakan kurang melibatkan siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan analisis awal dan analisis siswa inilah pengembangan perangkat modul

ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dikembangkan. Modul ajar berisikan rancangan pembelajaran yang memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran untuk mencapai standar kompetensi yang telah ditetapkan. Seperti yang dinyatakan oleh Nasution bahwa modul merupakan suatu unit yang lengkap yang berdiri sendiri dan terdiri atas suatu rangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk membantu pelajar dalam mencapai sejumlah tujuan yang dirumuskan secara khusus dan jelas.⁶⁷

Modul ajar basis *Project Based Learning* (PjBL) yang dibuat untuk meningkatkan aktifitas belajar siswa dengan menunjukkan proses pembelajaran di mana siswa terlibat dalam mengerjakan proyek sehingga membuat siswa menjadi aktif dalam proses pembelajaran. Seperti yang dijelaskan oleh Linda Kahar dkk dalam penelitiannya, bahwa PjBL dapat menjadikan aktivitas belajar siswa meningkat. Kegiatan-kegiatan yang terdapat pada prosedur pelaksanaan PjBL memiliki potensi yang kuat untuk meningkatkan aktivitas belajar siswa.⁶⁸

Tahap analisis tugas yaitu, analisis terhadap Tujuan Pembelajaran (TP) dan Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (IKTP) terkait materi virus yang akan dikembangkan di dalam modul ajar. Tahap analisis konsep/ materi yaitu mengidentifikasi materi yang akan dicantumkan dalam modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Materi yang dicantumkan berdasarkan indikator dari TP

⁶⁷ Irmaliyah Izzah Salsabila dkk, "Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", *Jurnal Literasi dan Pembelajaran Indonesia*, Vol. 3, No. 1, (2023), h. 35-36.

⁶⁸ Linda Kahar dkk, "Implementasi Project Based Learning untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa", *Jurnal Cakrawala Ilmiah Mahasiswa*, Vol. 2, No. 2, (2022), h. 132.

yang telah ditentukan, sumber dari buku dan internet sebagai referensi dalam menyusun isi materi bahan ajar yang terdapat dalam modul ajar.

Tahap terakhir adalah analisis tujuan pembelajaran yang dilakukan untuk menentukan indikator ketercapaian tujuan pembelajaran yang di dasarkan pada analisis materi, agar peneliti mengetahui kajian apa saja yang akan ditampilkan dalam modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) serta untuk membatasi sejauh mana pengembangan modul ajar yang dirancang.

b. Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap kedua dari pengembangan 4D yaitu *design* (perancangan), tahap ini peneliti membuat perangkat pembelajaran berupa modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Seperti yang dinyatakan oleh Kholifah bahwa tujuan tahap ini adalah menyiapkan *prototipe* perangkat pembelajaran.⁶⁹ Perancangan produk yang dilakukan dengan beberapa proses pengumpulan data setelah menganalisis CP, TP dan IKTP. Selanjutnya yaitu mempersiapkan *software* untuk mendesain modul ajar yang akan dibuat. *Software* yang digunakan untuk mendesain modul ajar yaitu menggunakan *Microsoft Word 2019*. Tahap desain ini yaitu tahap pemilihan perangkat dan pemilihan format. Modul ajar didesain dengan berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang menarik dengan melibatkan siswa dalam proses pembuatan proyek.

⁶⁹ Siti Kholifah, dkk., "Pengembangan E-Book dengan Software Flipbookmarket Untuk Pembelajaran Mata Kuliah Akuntansi Keuangan Di Stekom Semarang", *Jurnal Ilmiah Pendidikan Ekonomi*, Vol. 2, No. 2, (2017), h. 72.

c. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan ialah tahap berlangsung proses untuk menghasilkan/ pembuatan sebuah produk. Tahap ini meliputi pembuatan produk, uji kelayakan ahli perangkat, uji kelayakan ahli materi dan perbaikan produk. Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus. Modul ajar yang dikembangkan sudah disesuaikan dengan analisis-analisis yang sudah dilakukan sebelumnya. Pembuatan modul ajar dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Word 2019*.

Modul ajar yang telah dikembangkan terdiri dari empat bagian penyusun utama, yaitu bagian awal yang berisi cover bagian depan dan cover bagian belakang. Bagian kedua yaitu bagian informasi umum, meliputi tentang identitas modul, kompetensi awal, profil pelajar Pancasila, sarana dan prasarana, target siswa dan model pembelajaran. Bagian ketiga yaitu kompetensi inti, meliputi tentang TP, IKTP, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran, asesmen, remedial dan pengayaan. Bagian terakhir yaitu lampiran, meliputi tentang LKPD, bahan ajar, glosarium dan daftar pustaka.

Produk yang telah selesai di buat selanjutnya dilakukan uji kelayakan oleh validator yang berjumlah 4 orang, yang terdiri dari 2 ahli perangkat dan 2 ahli materi. Uji kelayakan ini bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya produk yang telah dikembangkan. seperti yang dijelaskan oleh Hartanto bahwa tujuan tahapan ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi

berdasarkan saran dan masukan dari para validator.⁷⁰ Uji kelayakan terhadap produk dilakukan sebanyak 2 kali bertujuan untuk memperoleh informasi serta komentar dan saran perbaikan terhadap modul ajar.

d. Tahap *Dessimation* (Penyebaran)

Tahap terakhir yang dilakukan dalam pengembangan 4D yaitu tahap *dessiminate* (penyebaran). Namun, pada penelitian ini tidak menjadi tujuan penelitian sesungguhnya, sehingga untuk tahap *dessiminate* tidak dilakukan penyebaran produk yang dikembangkan.

2. Hasil Uji Kelayakan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

a. Uji Kelayakan Modul Ajar Oleh Ahli Perangkat

Uji kelayakan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus oleh ahli perangkat bertujuan untuk mengetahui produk berupa modul ajar yang telah dikembangkan apakah sudah pantas dan layak digunakan atau belum.⁷¹ Uji kelayakan perangkat dilakukan sebanyak 2 kali tahap awal dan tahap akhir oleh 2 validator. Lembar uji kelayakan perangkat berupa modul ajar terdiri dari 21 aspek dengan 3 bagian yaitu, bagian informasi umum, bagian komponen inti dan bagian lampiran.

Perolehan tertinggi yaitu 100% dengan kriteria “sangat layak” pada aspek kompetensi awal, aspek capaian pembelajaran, aspek tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, dan aspek lembar kerja peserta didik (LKPD). Perolehan

⁷⁰ Siti Kholifah, dkk., “Pengembangan E-Book dengan Software Flipbookmarket Untuk Pembelajaran Mata Kuliah Akuntansi Keuangan Di Stekom Semarang”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Ekonomi*, Vol. 2, No. 2, (2017), h. 73.

⁷¹ Irham Taufik, dkk., “Uji Kelayakan Modul Trigonometri Berbasis Ajaran Tamansiswa”, *Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 10, No. 2, (2021), h. 287.

paling rendah yaitu 80% dengan kriteria “layak” pada aspek target siswa. Hal ini dikarenakan modul ajar yang dibuat hanya ditujukan kepada satu kelompok siswa reguler saja. Hasil uji kelayakan oleh perangkat berupa modul ajar diperoleh 91,5% dengan kriteria “sangat layak” digunakan.

b. Uji Kelayakan Modul Ajar Oleh Ahli Materi

Uji kelayakan materi dilakukan sebanyak 2 kali dengan tahap awal dan tahap akhir oleh 2 validator. Uji kelayakan materi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi, kritik, dan saran dari para validator. Penilaian uji kelayakan materi terdiri dari 4 aspek yaitu cakupan materi, teknik penyajian, penggunaan bahasa, dan hakikat kontekstual.

Hasil dari uji kelayakan materi dengan perolehan tertinggi pada aspek cakupan materi, aspek penggunaan bahasa, dan aspek hakikat kontekstual memperoleh persentase 80% dengan kriteria “layak”. Hasil uji kelayakan materi dengan perolehan terendah pada aspek teknik penyajian memperoleh persentase 77,5% dengan kategori “layak”. Diperlukan adanya perbaikan ringan, agar dapat digunakan namun sudah direvisi sesuai masukan dan saran dari para validator ahli materi.

Hasil keseluruhan validasi diperoleh dari hasil validasi modul ajar ditambah dengan hasil validasi materi dibagi dua maka akan diperoleh hasil keseluruhan validasi. 91,5% dengan kriteria “sangat layak” ditambah dengan 79% dengan kategori “layak” maka, diperoleh hasil keseluruhan 85,25% dengan kategori “sangat layak”. Sesuai dengan pendapat dari Arikunto bahwa jika sebuah data yang dihasilkan dari sebuah produk valid (layak), maka dapat dikatakan produk yang

dikembangkan sudah memberikan gambaran tentang tujuan pengembangan secara benar dan sesuai dengan kenyataan atau keadaan sesungguhnya.⁷²

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dian Pengestuti dengan judul “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Proyek yang Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka pada Materi Sistem Gerak dan Sistem Peredaran Darah” dengan hasil penelitian yang diperoleh setelah melalui tahap uji validasi dengan persentase capaian sebesar 93,83% (sangat valid) menurut ahli bahan dan 98,13% (sangat valid) menurut ahli materi, dengan demikian hasil validasi produk yang dikembangkan berupa modul ajar didampingi oleh modul siswa memperoleh persentase 95,9% (sangat valid) sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar.⁷³



⁷² Arikunto, Suharsimi, *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2015), h. 7.

⁷³ Dian Pengestuti, “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Proyek yang Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka pada Materi Sistem Gerak dan Sistem Peredaran Darah”, *Skripsi*, (Magelang: Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tidar, 2023), hal. 91.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus” dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian pengembangan ini menghasilkan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus, dengan menggunakan metode R&D dengan model penelitian 4D (*four-D modul*) yang meliputi 4 tahap yaitu tahap *define, design, develop, dan dissemination*. Namun, pada penelitian ini *disseminate* tidak menjadi tujuan penelitian sesungguhnya, sehingga untuk tahap *disseminate* tidak dilakukan penyebaran produk yang dikembangkan.
2. Hasil Uji kelayakan terhadap pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada ahli perangkat diperoleh persentase sebesar 92% dengan kriteria sangat layak. Hasil uji kelayakan oleh ahli materi diperoleh persentase sebesar 79% dengan kategori layak. Dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi virus memperoleh persentase sangat layak.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang dapat diajukan oleh peneliti mengenai penelitian pengembangan adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian pengembangan modul ajar pada berbagai bentuk basis yang lain dan materi biologi lainnya agar membantu penyampaian materi yang lebih sulit menjadi lebih mudah dan menyenangkan.

2. Bagi pendidik, diharapkan agar dapat menggunakan modul ajar sebagai salah satu perangkat pembelajaran sehingga dapat meningkatkan aktifitas peserta didik dalam proses pembelajaran.
3. Perangkat pembelajaran berupa modul ajar yang telah dikembangkan agar dapat diimplementasikan oleh peneliti lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahmat., dkk. (2021). *Model Mitigasi Learning Loss Era Covid 19 Studi Pada Pendidikan Non-Formal Dampak Pendidikan Jarak Jauh*. Yogyakarta: Samudera Biru.
- Abidin. (2014). *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama.
- Agnes sri hartanti. (2012). *Dasar-Dasar Biologi Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Alghaniy Nurhadiyati., Rusdinal., Yaniti Fitria. (2021). “Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar”. *Jurnal Basicedu*. 5(1): 328-329.
- Al-Tabany. (2014). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*. Jakarta: Kencana.
- Al-Qur’an Surah Al-Alaq Ayat: 4-5.
- Arikunto, Suharsimi. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksar.
- Arisyulianto, Dkk. (2015). “Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Lesson Study Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa”. *Jurnal Pendidikan*. 2(3): 448.
- Badriati Abdiah. (2022). *Pengembangan E-Handout Berbasis Mind Mapping Dan Gambar Pada Materi Ekosistem Di SMP Negeri 1 Woyla*, Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Dian Pengestuti. (2023). “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Proyek yang Mengimplementasikan Kurikulum Merdeka pada Materi Sistem Gerak dan Sistem Peredaran Darah”. *Skripsi*. Magelang: Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tidar.
- Endang Mulyatiningsih. (2008). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Rosdakarya.
- Erang ristante. (2015). *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: ANDI.
- Ermaniatu Nyihana. (2021). *Metode PjBL (Project Based Learning) Berbasis Scientific Approach Dalam Berpikir Kritis Dan Komunikasi Bagi Siswa*. Jawa Barat: Adanu Abimata.
- Hasil Observasi di MAN 4 Aceh Besar.

Hasil Wawancara dengan Guru Biologi MAN 4 Aceh Besar

Hasriadi mat. (2006). *Virologi Tumbuhan*. Yogyakarta: KANISIUS.

Irham Taufik, dkk. (2021). “Uji Kelayakan Modul Trigonometri Berbasis Ajaran Tamansiswa”. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 10(2): 287.

Irmaliya, I. S. (2023). “Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”. *Jurnal Literasi dan Pembelajaran Indonesia*. 3(1): 35-36.

Kemendikbud., *Buku Saku Kurikulum Merdeka*, Diakses pada 17 Desember 2023 dari situs <https://ditpsd.kemendikbud.go.id>.

Linda Kahar dkk. (2022). “Implementasi Project Based Learning untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa”. *Jurnal Cakrawala Ilmiah Mahasiswa*. 2(2): 132

M Hosnan. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Maulida Utami. (2022). “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”. *Jurnal Tarbawi*. 5(2): 131.

Nana Syaodih Sukmadinata. (2008). *Metode penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Neil A. Campbell. (2008). *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Nesri, F, D, P, dkk, (2020). “Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi Untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa”, *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. 9(3): 480-492.

Nur Kholis N., dkk. (2018). “Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X SMA/ MA”. *Jurnal Inkuiri*. 7(1): 81.

Oktarida. N., dkk. (2023). “Validitas Instrumen Untuk Mengukur Kelayakan Modul Ajar Fisika di SMAN 13 Padang Berbasis Kurikulum Merdeka Belajar”. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 7(2): 17881-17884.

Pipit Pitriana, dkk., (2008). *Bio Expo, Menjelajah Alm dengan Biologi*. Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari.

Pratama, H, dkk., *The Influence of a Project-Based Learning Model to Life Skill Ability*, 2018.

- Putri Dewi Anggraini. (2021). "Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan siswa". *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*. 9(2): 292.
- Rahimah, R. (2022). "Peningkatan Kemampuan Guru SMP 10 Kota Tebingtinggi Dalam Menyusun Modul Ajar Kurikulum Merdeka Melalui Kegiatan Pendampingan Tahun Ajaran 2021/2022". *Jurnal ANSIRU PAI*. 6(1): 92-106.
- Ratna Wilis Dahar (2011). *Teori-Teori Belajar Dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Rudy, Gunawan. *Modul Pelatihan Pengembangan Bahan Ajar/ Modul Pembelajaran*. Jawa Barat: Feniks Muda Sejahtera.
- Serian Wijatno. (2009). *Pengantar Entrepreneurship*. Jakarta: Grasindo.
- Siaeful. A. (2023). *Metode Pengembangan Bahan Ajar Four Steps Teaching Material Development (4STMD)*. Bandung: Indonesia Emas Group.
- Siti Kholifah, dkk. (2017). "Pengembangan E-Book dengan Software Flipbookmarket Untuk Pembelajaran Mata Kuliah Akuntansi Keuangan Di Stekom Semarang". *Jurnal Ilmiah Pendidikan Ekonimi*. 2(2): 72.
- Siti Osa Kosassy. (2019). "Mengulas Model-model Pengembangan Pembelajaran Dan Perangkat Pembelajaran". *Jurnal PPKn & Hukum*. 14(1): 166.
- Sjaeful, A. (2023). *Metode Pengembangan Bahan Ajar FOUR STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT (4STMD)*. Bandung: Indonesia Emas group.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabet.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susan L. Elrod, dkk. (2006). *Genetika Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- Tribowo Yuwono. (2005). *Biologi Molokuler*. Jakarta: Erlangga.
- Usman, dkk., (2023). "Kelayakan Modul Ajar Berdiferensiasi Proyek Materi Pencemaran Lingkungan Untuk meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik". *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*. 7(2): 100.
- Utami Maulida. (2022). "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka". *Jurnal Tarbawi*. 5(2): 132.

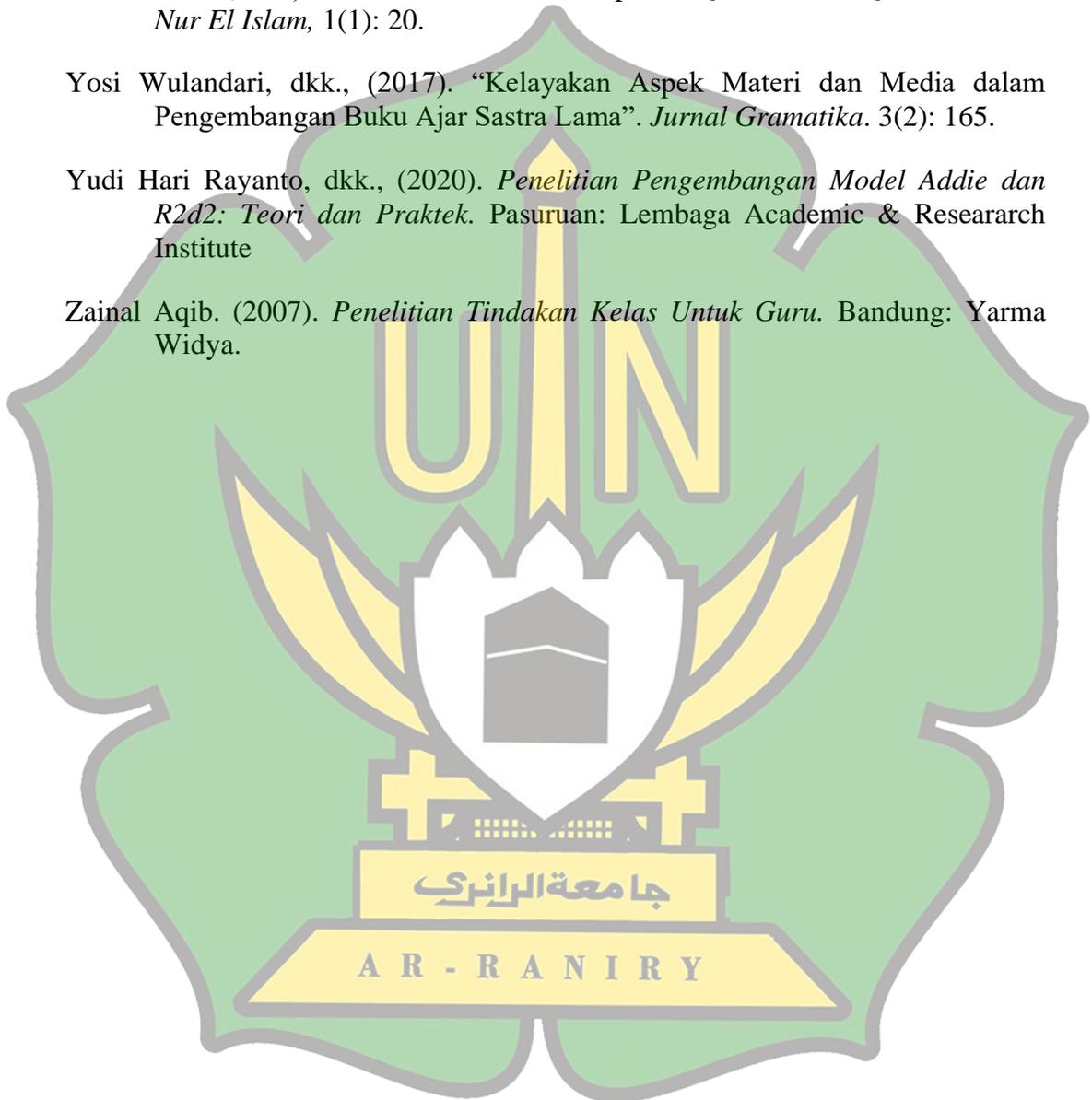
Widayati, Anisa Rahma. (2023). “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Project Based Learning (PjBL) untuk Mendukung Sikap Peduli Lingkungan pada Materi Perubahan Lingkungan”. *Skripsi*. Universitas Tidar.

Yanfaunna, (2014). “Pendidikan Dalam Perspektif QS. AL-ALAQ: 1-5”. *Jurnal Nur El Islam*, 1(1): 20.

Yosi Wulandari, dkk., (2017). “Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”. *Jurnal Gramatika*. 3(2): 165.

Yudi Hari Rayanto, dkk., (2020). *Penelitian Pengembangan Model Addie dan R2d2: Teori dan Praktek*. Pasuruan: Lembaga Academic & Research Institute

Zainal Aqib. (2007). *Penelitian Tindakan Kelas Untuk Guru*. Bandung: Yarma Widya.



Lampiran 1. Surat Keputusan Pembimbing



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B- 778 /Un.08/FTK/Kp.07.6/02/2024

TENTANG:
PENGGAKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a Bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
b bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
c Bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Mengingat : 1 Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2 Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3 Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
4 Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
5 Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6 Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
7 Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8 Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
9 Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
10 Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/Kmk.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
11 Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

MEMUTUSKAN

Menetapkan : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.

KESATU : Menunjukkan Saudara :
Eriawati, S. Pd.I., M. Pd
Untuk membimbing Skripsi

Nama : **Zahratur Raihan**
Nim : **190207436**
: **Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh**
Judul Skripsi : **Pengembangan Modul Ajar Berbasis Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Virus**

KEDUA : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

KETIGA : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2024 Tanggal 24 November 2023 Tahun Anggaran 2024;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan;

KELIMA : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Banda Aceh : 13 Februari 2024
Dekan




BLU

Tembusan
1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;
2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
4. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;
5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
7. Yang bersangkutan;
8. Arsip.

Lampiran 2. Izin Penelitian Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh Telp/Fax : 0651-752921

Nomor : B-4408/un.08/FTK/TL.00/6/2024
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,

1. Kepala Kantor Kementerian Agama Kabupaten Aceh Besar
2. Kepala MAN 4 Aceh Besar

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : ZAH RATUN RAIHAN / 190207036
Semester/Jurusan : XI / Pendidikan Biologi
Alamat sekarang : Jeulingke, Syiah Kuala, Kota Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Pengembangan Modul Ajar Project Based Learning (PjBL) pada Materi Virus**

Banda Aceh, 2 Juni 2024
An. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan



A R - R A N I R Y

Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.
NIP. 197208062003121002

Berlaku sampai : 31 Juli 2024

Lampiran 3. Izin Penelitian Kemenag Kabupaten Aceh Besar

 **KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN ACEH BESAR
Jalan Bupati Bachtiar Panglima Polem, SH. Telp. 0651-92174. Fax 0651-92497
Kota Jantho – 23911 email : kabacenbesar@kemenag.go.id

Nomor : B- 792/KK.01.04/PP.00.9/6/2024 Kota Jantho, 03 Juni 2024
Lampiran : -
Perihal : Izin Penelitian Ilmiah

Kepada Yth.
Kepala MAN 4 Aceh Besar
di –
Tempat

Sehubungan dengan surat Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Nomor: B-4408/Un.08/FTK.I/TL.00/6/2024 tanggal 2 juni 2024 perihal Penelitian Ilmiah Mahasiswa, maka dengan ini memberi izin kepada mahasiswa/i yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : **Zahratun Raihan**
NIM : **190207036**
Program Studi : **Pendidikan Biologi**

Untuk melakukan Penelitian Ilmiah dalam rangka Penulisan Skripsi untuk menyelesaikan studinya pada Fakultas Tarbiah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh di MAN 4 Aceh Besar dengan judul Skripsi:

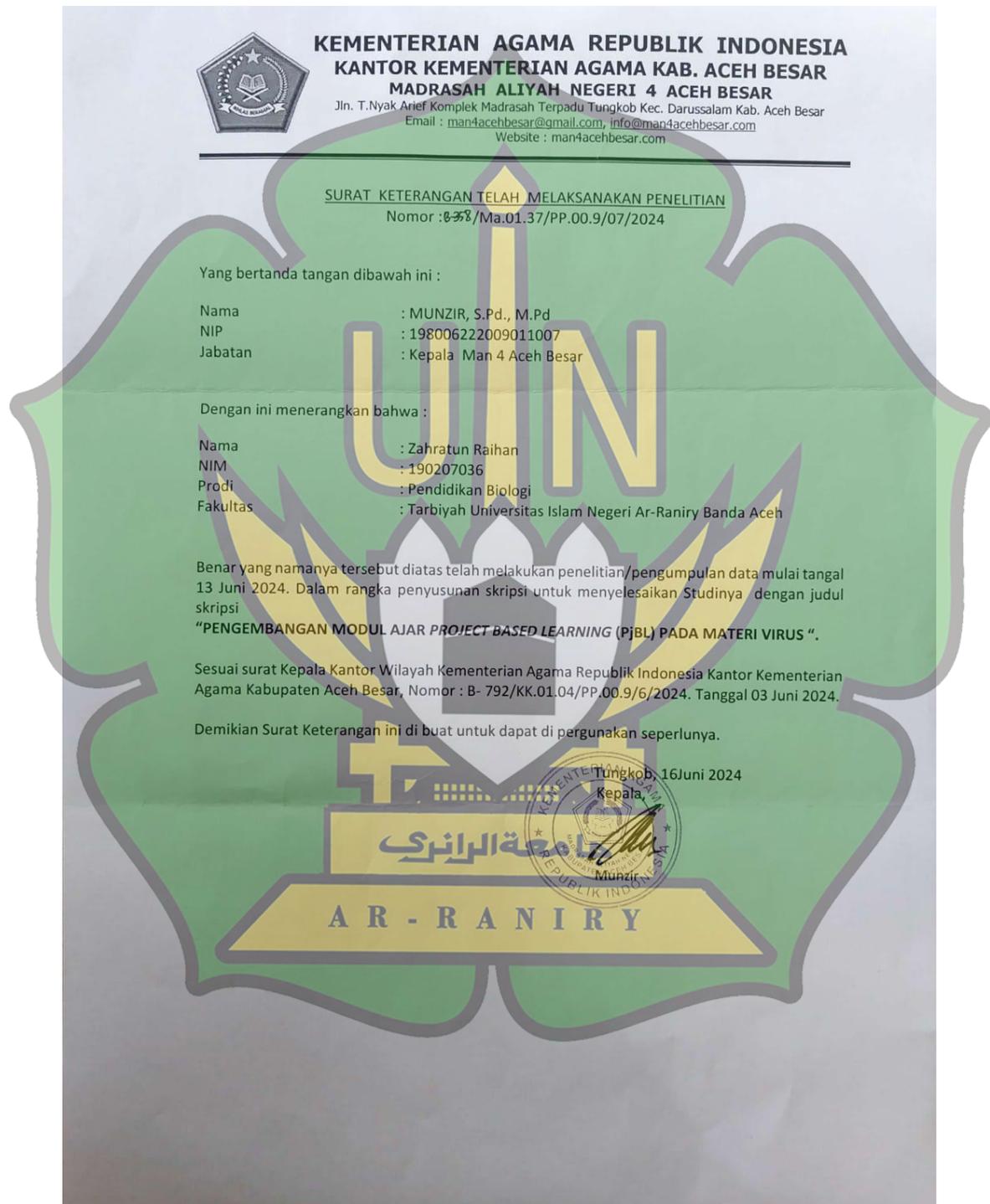
“Pengembangan Modul Ajar Project Based Learning (PjBL) pada Materi Virus.”

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerja samanya diucapkan terima kasih.


A.n. Kepala,
Kasubbag Tata Usaha
Khalid Wardana

Tembusan:
1 Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
2 Arsip

Lampiran 4. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



 **KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KAB. ACEH BESAR
MADRASAH ALIYAH NEGERI 4 ACEH BESAR
 Jln. T.Nyak Arief Komplek Madrasah Terpadu Tungkob Kec. Darussalam Kab. Aceh Besar
 Email : man4acehbesar@gmail.com, info@man4acehbesar.com
 Website : man4acehbesar.com

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN
 Nomor : ~~038~~/Ma.01.37/PP.00.9/07/2024

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUNZIR, S.Pd., M.Pd
 NIP : 198006222009011007
 Jabatan : Kepala Man 4 Aceh Besar

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Zahratun Raihan
 NIM : 190207036
 Prodi : Pendidikan Biologi
 Fakultas : Tarbiyah Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Benar yang namanya tersebut diatas telah melakukan penelitian/pengumpulan data mulai tanggal 13 Juni 2024. Dalam rangka penyusunan skripsi untuk menyelesaikan Studinya dengan judul skripsi "PENGEMBANGAN MODUL AJAR *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI VIRUS".

Sesuai surat Kepala Kantor Wilayah Kementerian Agama Republik Indonesia Kantor Kementerian Agama Kabupaten Aceh Besar, Nomor : B- 792/KK.01.04/PP.00.9/6/2024. Tanggal 03 Juni 2024.

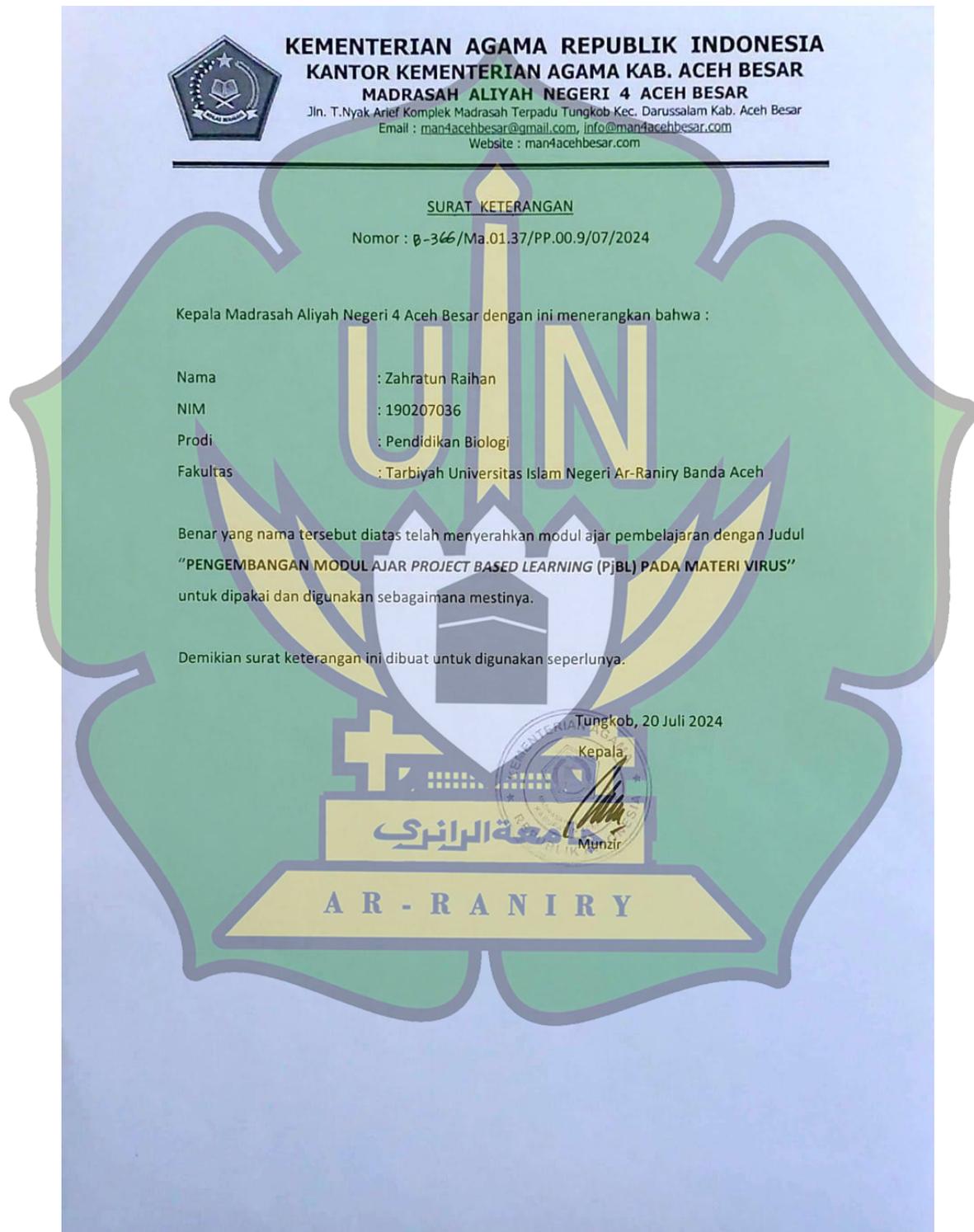
Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dapat di penggunaan seperlunya.

Tungkob, 16 Juni 2024
 Kepala

 Munzir

AR - RANIRY

Lampiran 5. Surat Keterangan Telah Menyerahkan Produk



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KAB. ACEH BESAR
MADRASAH ALIYAH NEGERI 4 ACEH BESAR
 Jln. T. Nyak Arief Komplek Madrasah Terpadu Tungkob Kec. Darussalam Kab. Aceh Besar
 Email : man4acehbesar@gmail.com, info@man4acehbesar.com
 Website : man4acehbesar.com

SURAT KETERANGAN
 Nomor : ~~β~~-366/Ma.01.37/PP.00.9/07/2024

Kepala Madrasah Aliyah Negeri 4 Aceh Besar dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: Zahratun Raihan
NIM	: 190207036
Prodi	: Pendidikan Biologi
Fakultas	: Tarbiyah Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Benar yang nama tersebut diatas telah menyerahkan modul ajar pembelajaran dengan Judul
"PENGEMBANGAN MODUL AJAR PROJECT BASED LEARNING (PjBL) PADA MATERI VIRUS"
 untuk dipakai dan digunakan sebagaimana mestinya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan seperlunya.

Tungkob, 20 Juli 2024
 Kepala

 Munzir

AR - RANIRY

Lampiran 6. Lembar Validasi Ahli Perangkat I

LEMBAR PENILAIAN UJI KELAYAKAN AHLI MODUL AJAR

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Peneliti : Zahratun Raihan

Validator : Eva Nauli Taib, S. Pd, M. Pd.

Keterangan:

5 = Sangat Baik
 4 = Baik
 3 = Kurang Baik
 2 = Cukup
 1 = Kurang

Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia

No	Indikator	Komponen yang Diamati	Skala Penilaian					Komentar/Saran
			1	2	3	4	5	
Informasi Umum								
1.	Identitas Modul Ajar	Komponen yang terdapat pada modul ajar dilengkapi dengan judul					✓	
		Identitas atau informasi umum modul ajar terdiri atas identitas penulis, institusi asal, tahun dibentuknya modul ajar, jenjang sekolah kelas dan alokasi waktu					✓	
2.	Kompetensi Awal	Kompetensi awal ditulis untuk mengetahui pengetahuan/ kemampuan awal siswa sebelum mempelajari topik tertentu					✓	

3.	Profil Pelajar Pancasila	Profil Pelajar Pancasila tercermin pada konten dan/metode pembelajaran				✓
		Profil Pelajar Pancasila ditulis sesuai dengan kegiatan pembelajaran				✓ tambah PPRD
4.	Sarana dan Prasarana	Sarana dan Prasarana ditulis dalam bentuk tabel yang memuat media pembelajaran, alat dan bahan serta bahan bacaan untuk menunjang tujuan pembelajaran				✓
5.	Target Siswa	Modul ajar yang dibuat sesuai kategori siswa dan dapat memfasilitasinya agar proses pembelajaran berjalan dengan baik				✓
6.	Model Pembelajaran	Model pembelajaran terdiri dari: model, pendekatan, strategi, dan metode sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓
Komponen Inti						
7.	Capaian Pembelajaran	Capaian Pembelajaran ditulis berdasarkan elemen pemahaman biologi				✓
8.	Tujuan Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran ditulis berdasarkan turunan dari Capaian Pembelajaran				✓
9.	Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	IKTP ditulis memenuhi format ABCD (Audience, Behaviour, Condition, dan Degree)				✓ tambahkan unsur P. 17.2
		IKTP ditulis dengan jelas dan bahasa yang efektif				✓
10.	Pemahaman Bermakna	Komponen pemahaman bermakna dapat menjelaskan manfaat dan tujuan dari mempelajari materi ini				✓

11.	Pertanyaan Pemantik	Pertanyaan pemantik bersifat terbuka					✓
		Pertanyaan pemantik menggambarkan inti dari topik pembelajaran					✓
		Pertanyaan pemantik yang digunakan menimbulkan rasa ingin tahu siswa untuk belajar					✓
		Pertanyaan pemantik yang digunakan bersifat konseptual atau dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa					✓
12.	Kegiatan Pembelajaran	Langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri atas tahap Pendahuluan, Kegiatan Inti dan Penutup					✓
		Setiap komponen terdapat durasi waktu yang telah direncanakan					✓
13.	Pendahuluan	Kegiatan yang dirancang memenuhi 5 komponen membuka pembelajaran					✓
		Teknik yang dipilih guru dapat menimbulkan rasa ingin tahu siswa					✓
14.	Kegiatan inti	Melaksanakan kegiatan yang membangkitkan motivasi ingin belajar siswa					✓
		Tahapan model yang dipilih tergambar dan tertulis berdasarkan sintak					✓
		Langkah-langkah metode yang digunakan dinyatakan dengan jelas					✓
		Pendekatan terlihat pada langkah-langkah pembelajaran					✓

		Media yang digunakan dalam pembelajaran sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran						✓
		Kegiatan yang direncanakan menggambarkan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa						✓
15.	Penutup	Melaksanakan kegiatan pengajuan pertanyaan terhadap materi yang belum dipahami						✓
		Melibatkan siswa dalam menyusun kesimpulan						✓
		Melaksanakan kuis untuk mengetahui tingkat pemahaman						✓
		Melaksanakan refleksi untuk peserta didik						✓
16.	Asesmen	Penilaian pemahaman mencakup penilaian kognitif, afektif dan psikomotorik						✓
17.	Remedial dan Pengayaan	Merencanakan kegiatan pembelajaran bagi siswa yang membutuhkan bimbingan untuk memahami materi						✓
		Merencanakan kegiatan pembelajaran bagi siswa dengan pencapaian tinggi						✓
Lampiran								
18.	Lembar Kerja Peserta Didik LKPD	Mencantumkan judul materi pembelajaran						✓
		Mencantumkan kolom sebagai tempat identitas siswa						✓
		Mencantumkan tujuan pembelajaran						✓

		Mencantumkan petunjuk penggunaan LKPD							✓
		Mencantumkan ruang kosong yang cukup sebagai tempat untuk menuliskan jawaban siswa							✓
19.	Bahan Ajar	Materi pembelajaran relevan dengan capaian yang akan dicapai							✓
		Materi pelajaran sesuai dengan kemampuan berfikir siswa							✓
		Materi pelajaran ada kemanfaatan bagi kehidupan siswa yang akan datang							✓
20.	Glosarium	Istilah yang digunakan sudah sesuai dengan materi							✓
21.	Daftar Pustaka	Sumber pelajaran yang direncanakan lebih dari satu							✓
		Sumber pelajaran yang direncanakan mudah diperoleh							✓

A. Penilaian dan komentar secara keseluruhan terhadap modul ajar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

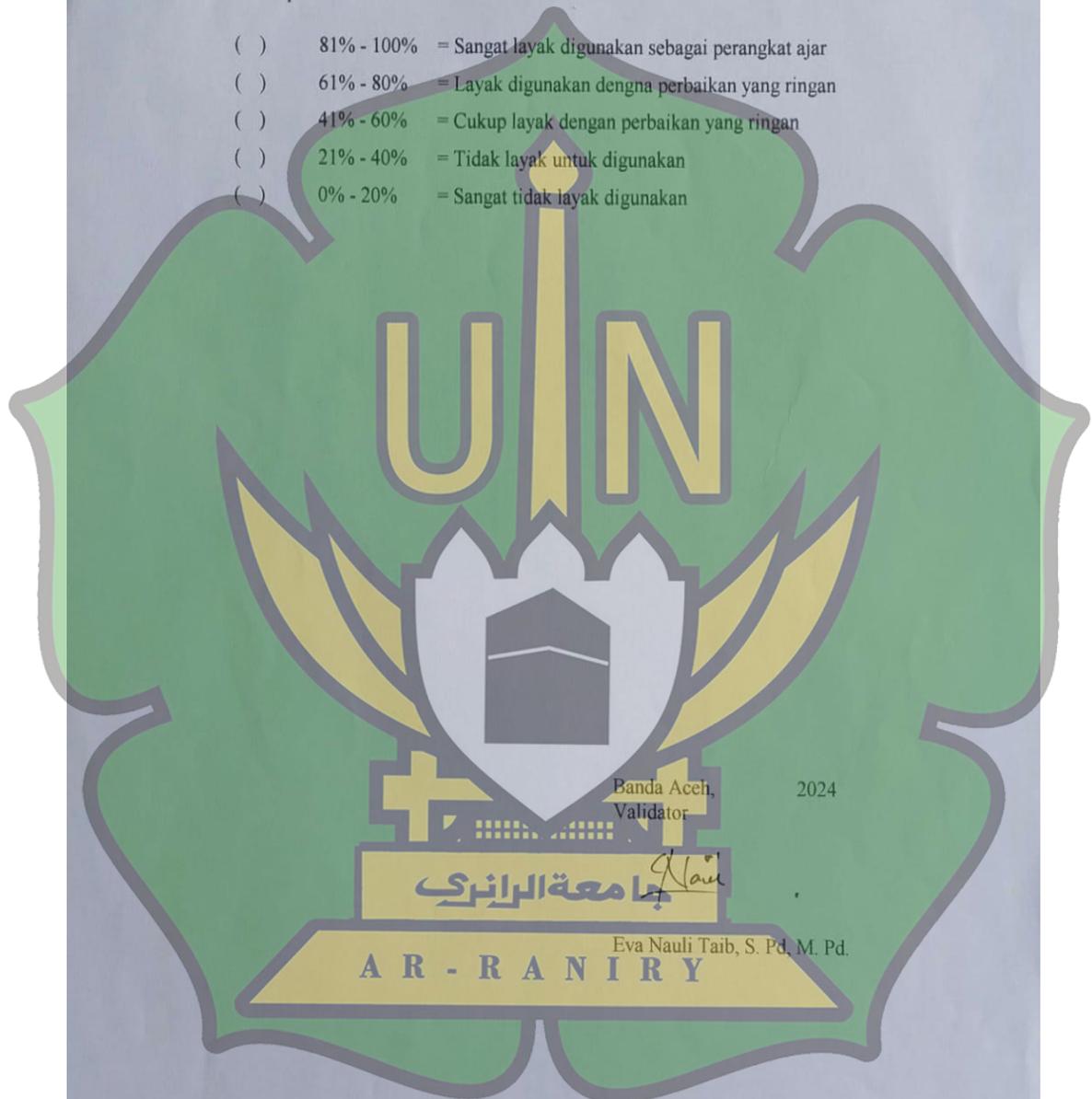
.....

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

B. Kesimpulan

- () 81% - 100% = Sangat layak digunakan sebagai perangkat ajar
- () 61% - 80% = Layak digunakan dengan perbaikan yang ringan
- () 41% - 60% = Cukup layak dengan perbaikan yang ringan
- () 21% - 40% = Tidak layak untuk digunakan
- () 0% - 20% = Sangat tidak layak digunakan



Lampiran 7. Lembar Validasi Ahli Perangkat II

LEMBAR PENILAIAN UJI KELAYAKAN AHLI MODUL AJAR

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Malaria Virus

Peneliti : Zahratun Raihan

Validator : Zuhra, S. Pd

Keterangan:

5 = Sangat Baik
 4 = Baik
 3 = Kurang Baik
 2 = Cukup
 1 = Kurang

Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia

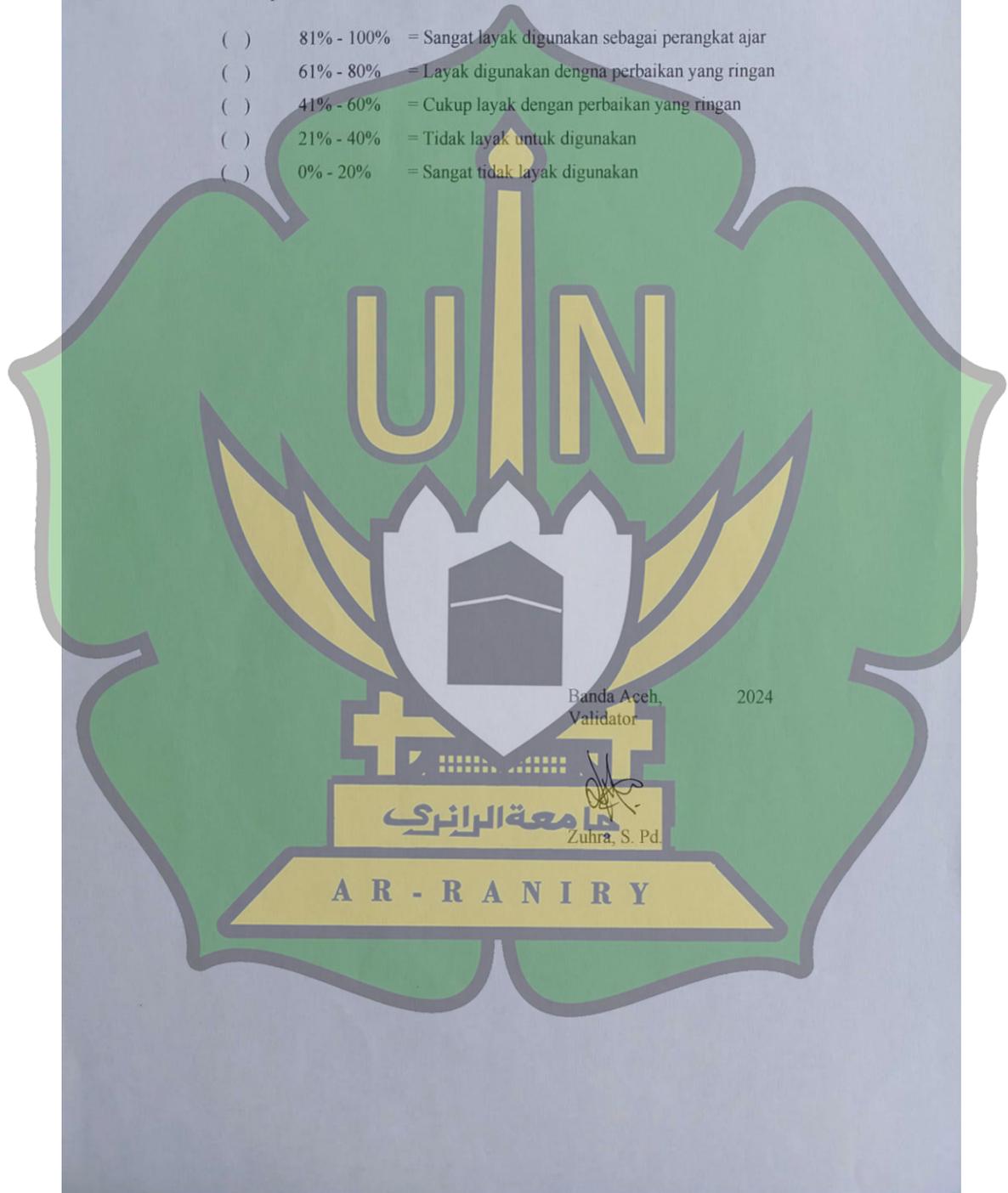
No	Indikator	Komponen yang Diamati	Skala Penilaian					Komentar/Saran
			1	2	3	4	5	
Informasi Umum								
1.	Identitas Modul Ajar	Komponen yang terdapat pada modul ajar dilengkapi dengan judul Identitas atau informasi umum modul ajar terdiri atas identitas penulis, institusi asal, tahun dibentuknya modul ajar, jenjang sekolah, kelas dan alokasi waktu					✓	
2.	Kompetensi Awal	Kompetensi awal ditulis untuk mengetahui pengetahuan/ kemampuan awal siswa sebelum mempelajari topik tertentu					✓	

11. Pertanyaan Pemantik	Pertanyaan pemantik bersifat terbuka	✓				
	Pertanyaan pemantik menggambarkan inti dari topik pembelajaran	✓				
	Pertanyaan pemantik yang digunakan menimbulkan rasa ingin tahu siswa untuk belajar	✓				
	Pertanyaan pemantik yang digunakan bersifat konseptual atau dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa	✓				
12. Kegiatan Pembelajaran	Langkah-langkah kegiatan pembelajaran terdiri atas tahap Pendahuluan, Kegiatan Inti dan Penutup	✓				
	Setiap komponen terdapat durasi waktu yang telah direncanakan	✓				
13. Pendahuluan	Kegiatan yang dirancang memenuhi 5 komponen membuka pembelajaran	✓				
	Teknik yang dipilih guru dapat menimbulkan rasa ingin tahu siswa	✓				
	Melaksanakan kegiatan yang membangkitkan motivasi ingin belajar siswa	✓				
14. Kegiatan inti	Tahapan model yang dipilih tergambar dan tertulis berdasarkan sintak	✓				
	Langkah-langkah metode yang digunakan dinyatakan dengan jelas	✓				
	Pendekatan terlihat pada langkah-langkah pembelajaran	✓				
	Media yang digunakan					

		dalam pembelajaran sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran				✓
		Kegiatan yang direncanakan menggambarkan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa				✓
15.	Penutup	Melaksanakan kegiatan pengajuan pertanyaan terhadap materi yang belum dipahami				✓
		Melibatkan siswa dalam menyusun kesimpulan				✓
		Melaksanakan kuis untuk mengetahui tingkat pemahaman				✓
		Melaksanakan refleksi untuk peserta didik				✓
16.	Asestmen	Penilaian pemahaman mencakup: penilaian kognitif, afektif dan psikomotorik				✓
17.	Remedial dan Pengayaan	Merencanakan kegiatan pembelajaran bagi siswa yang membutuhkan bimbingan untuk memahami materi				✓
		Merencanakan kegiatan pembelajaran bagi siswa dengan pencapaian tinggi				✓
Lampiran						
18.	Lembar Kerja Peserta Didik LKPD	Mencantumkan judul materi pembelajaran				✓
		Mencantumkan kolom sebagai tempat identitas siswa				✓
		Mencantumkan tujuan pembelajaran				✓
		Mencantumkan petunjuk penggunaan LKPD				✓

B. Kesimpulan

- () 81% - 100% = Sangat layak digunakan sebagai perangkat ajar
- () 61% - 80% = Layak digunakan dengan perbaikan yang ringan
- () 41% - 60% = Cukup layak dengan perbaikan yang ringan
- () 21% - 40% = Tidak layak untuk digunakan
- () 0% - 20% = Sangat tidak layak digunakan



Lampiran 8. Lembar Validasi Ahli Materi I

LEMBAR PENILAIAN UJI KELAYAKAN AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Peneliti : Zahratun Raihan

Validator : Dr. Elita Agustina, M. Si

Keterangan:

5 = Sangat Baik
 4 = Baik
 3 = Kurang Baik
 2 = Cukup
 1 = Kurang

Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia

No	Indikator	Komponen yang Diamati	Skala Penilaian					Komentar/Saran
			1	2	3	4	5	
1.	Cakupan Materi	Keluasan materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran (TP) pada sub materi peranan virus				✓		Sudah memuat karaktersitik dan solusi yang lebih spesifik
		Kedalaman materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran (TP) pada sub materi peranan virus				✓		Sudah ada informasi tambahan serta solusi yang jelas
2.	Teknik Penyajian	Sistem materi yang disajikan konsisten terhadap sub materi peranan virus				✓		Sudah Cukup Konsisten
		Desain dan pemilihan gambar yang tepat dengan sub materi peranan virus				✓		Belum semua gambar jelas dan belum ada referensi gambar yang jelas

		Memuat materi yang mudah dipahami di tingkat fase E kelas X		✓	Sudah cukup mudah dipahami
		Gambar yang disajikan sesuai dengan sub materi peranan virus		✓	Sudah cukup sesuai tapi tidak pada beberapa gambar
3.	Penggunaan Bahasa	Bahasa yang digunakan dalam sub materi peranan virus mudah untuk dipahami		✓	Sudah cukup dipahami
		Tata bahasa yang digunakan dalam sub materi peranan virus sesuai dengan EYD		✓	Masih ada beberapa kejelasan yang belum jelas
		Istilah-istilah yang digunakan sudah sesuai dengan sub materi peranan virus		✓	Sudah ada daftar istilah namun harus ditambah lagi karena masih ada istilah yang belum jelas
4.	Hakikat Kontekstual	Materi tentang peranan virus dapat menjelaskan fenomena sehari-hari dalam kehidupan siswa.		✓	Sudah menjelaskan fenomena sehari-hari
		Materi yang dimuat dapat menumbuhkan pemahaman siswa tentang sub materi peranan virus dalam kehidupan sehari-hari		✓	Sudah cukup menumbuhkan rasa ingin tahu dan pemahaman

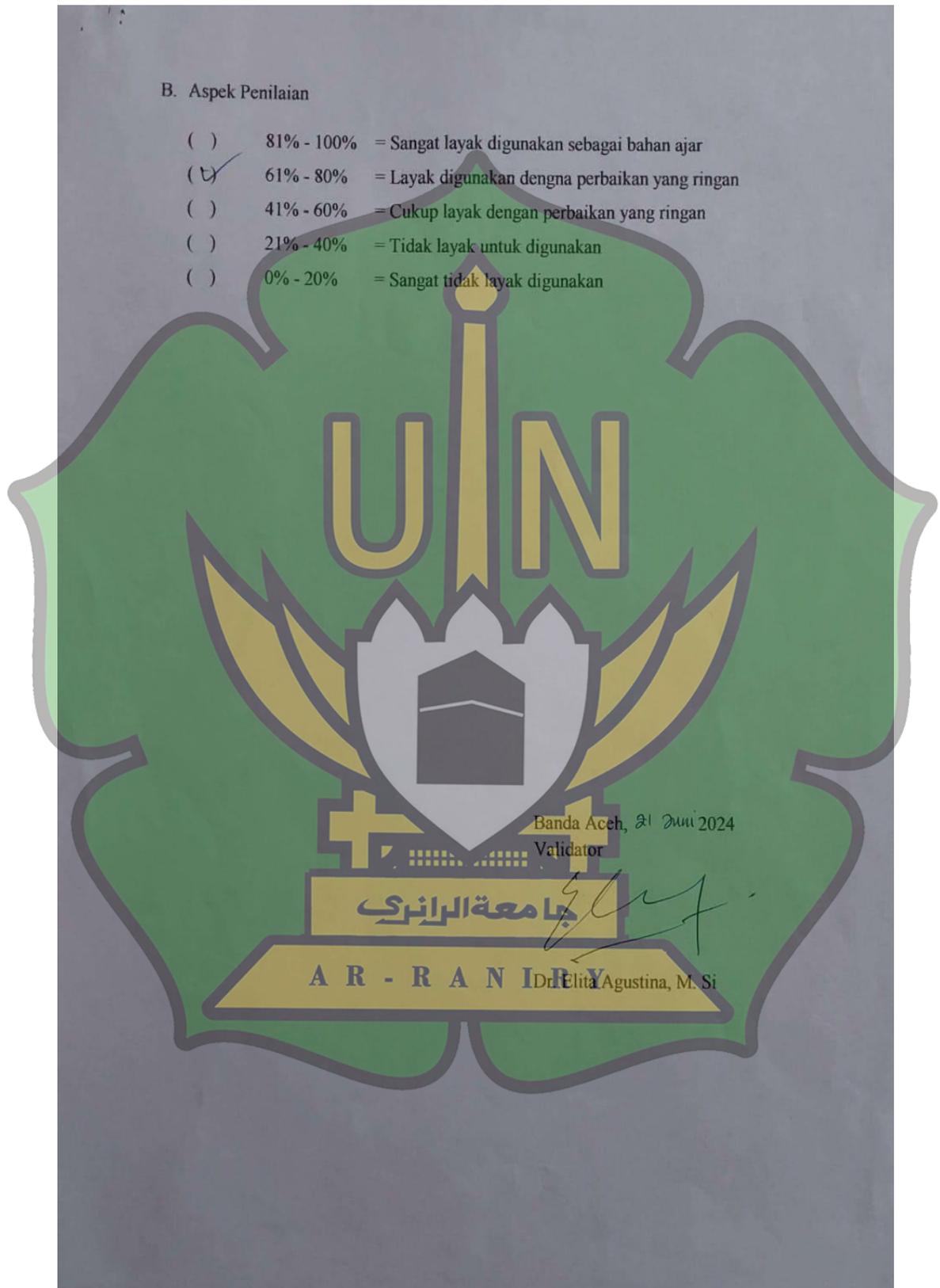
$$41/55 \times 100 = 74,54$$

A. Penilaian dan komentar secara keseluruhan terhadap bahan ajar:

Secara keseluruhan bahan ajar ini sudah cukup memadai sebagai media pembelajaran. Perlu adanya penambahan daftar istilah yang masih belum jelas dan gambar yang lebih menarik dan terperinci gambar.

B. Aspek Penilaian

- () 81% - 100% = Sangat layak digunakan sebagai bahan ajar
- () 61% - 80% = Layak digunakan dengan perbaikan yang ringan
- () 41% - 60% = Cukup layak dengan perbaikan yang ringan
- () 21% - 40% = Tidak layak untuk digunakan
- () 0% - 20% = Sangat tidak layak digunakan



Lampiran 9. Lembar Validasi Ahli Materi II

LEMBAR PENILAIAN UJI KELAYAKAN AHLI MATERI

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Virus

Peneliti : Zahratun Raihan

Validator : Nafisah Hanim, S. Pd., M. Pd.

Keterangan:

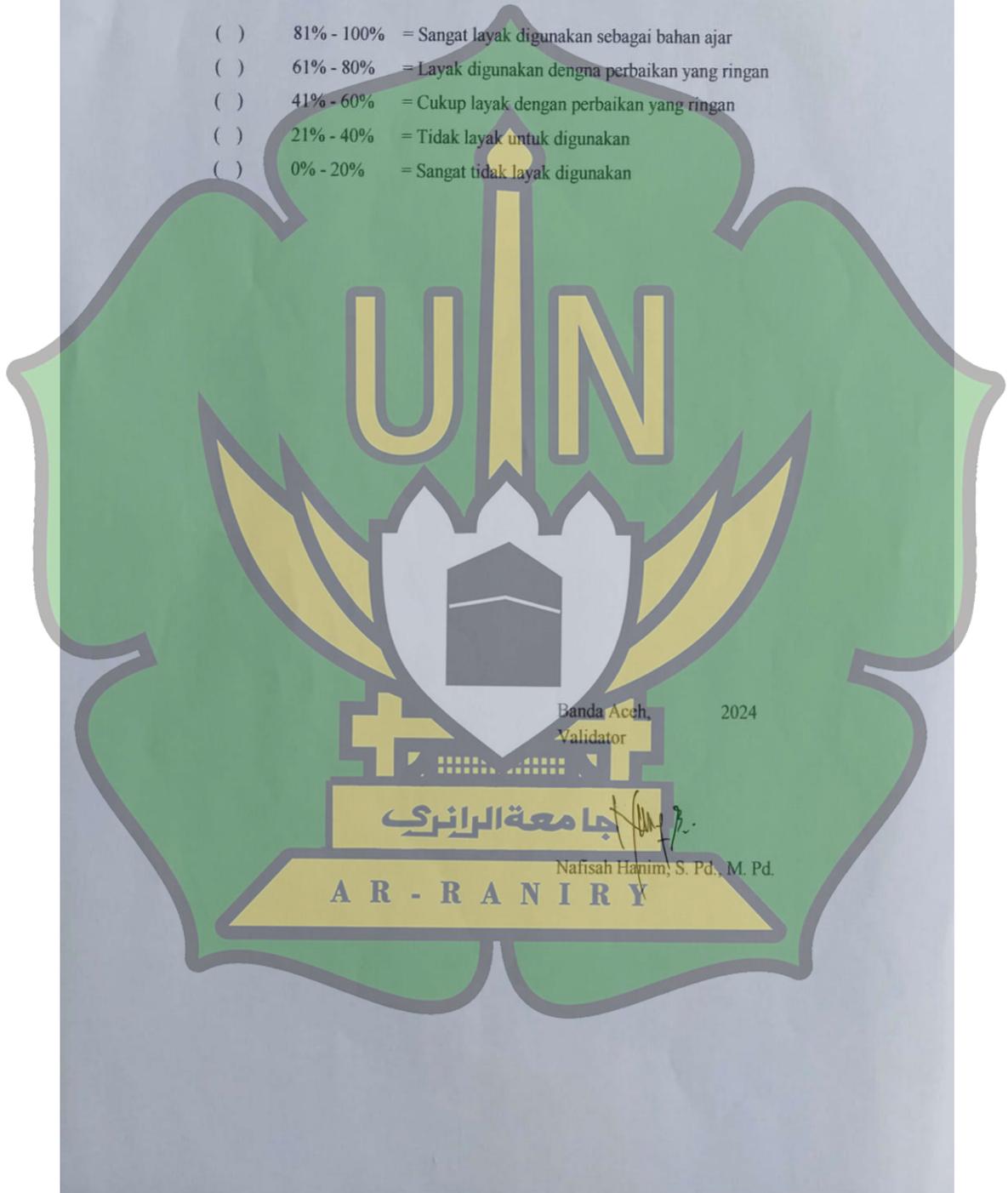
5 = Sangat Baik
 4 = Baik
 3 = Kurang Baik
 2 = Cukup
 1 = Kurang

Berilah tanda (√) pada kolom yang tersedia

No	Indikator	Komponen yang Diamati	Skala Penilaian					Komentar/Saran
			1	2	3	4	5	
1.	Cakupan Materi	Keluasan materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran (TP) pada sub materi peranan virus				✓		
		Kedalaman materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran (TP) pada sub materi peranan virus			✓			
2.	Teknik Penyajian	Sistem materi yang disajikan konsisten terhadap sub materi peranan virus				✓		
		Desain dan pemilihan gambar yang tepat dengan sub materi peranan virus				✓		

B. Aspek Penilaian

- () 81% - 100% = Sangat layak digunakan sebagai bahan ajar
- () 61% - 80% = Layak digunakan dengan perbaikan yang ringan
- () 41% - 60% = Cukup layak dengan perbaikan yang ringan
- () 21% - 40% = Tidak layak untuk digunakan
- () 0% - 20% = Sangat tidak layak digunakan



Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Uji Kelayakan Ahli Perangkat I



Uji Kelayakan Ahli Perangkat II

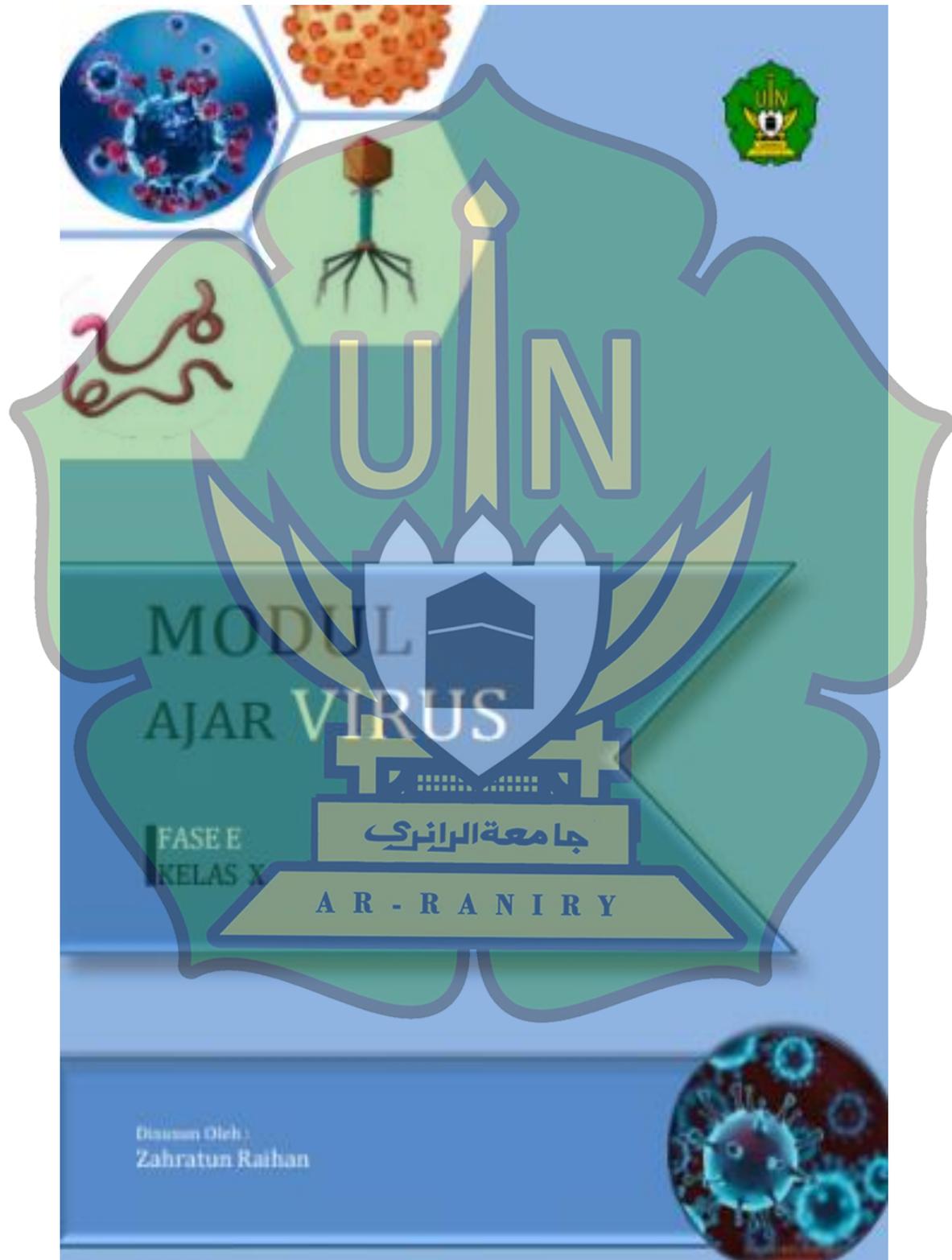


Uji Kelayakan Ahli Materi I

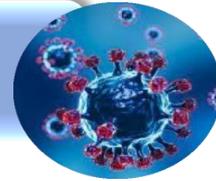


Uji Kelayakan Ahli Materi II

Lampiran 11. Tampilan Hasil Pengembangan Modul Ajar Berbasis (PjBL)



MODUL AJAR BIOLOGI VIRUS



I. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Zahratun Raihan
Nama Institusi	: MAN 4 Aceh Besar
Tahun Penyusunan	: 2024/2025
Jenjang Sekolah	: SMA/MA
Fase/Kelas	: E/X
Alokasi Waktu	: 2 Pertemuan (2x45 menit)

B. KOMPETENSI AWAL

Sebelum memulai kegiatan pembelajaran dalam modul ini, siswa sudah mampu menguasai apa pengertian virus, apa saja karakteristik virus dan mengetahui peranan virus dalam kehidupan.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa dan akhlak mulia dengan cara melatih peserta didik berdoa sebelum dan sesudah belajar.
2. Berkebinnekaan global dengan cara melatih peserta didik tidak membedakan teman ketika pembentukan kelompok diskusi atau praktikum.
3. Mandiri dengan cara tidak ketergantungan pada teman saat melaksanakan kegiatan pembelajaran.
4. Bergotong royong dengan cara melatih peserta didik untuk saling bekerjasama dalam kelompok saat melaksanakan kegiatan praktikum, diskusi, maupun presentasi hasil kerja kelompok.

5. Bernalar kritis dengan cara melatih peserta didik dengan pertanyaan-pertanyaan dalam peristiwa kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik materi.

D. SARANA DAN PRASARANA

1. Proyektor/infocus
2. Laptop
3. Smartphone/HP
4. Buku paket kelas X
5. PPT
6. LKPD
7. Spidol

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik regular (bukan berkebutuhan khusus)

F. MODEL PEMBELAJARAN

Model Pembelajaran : *Project Based Learning* (PjBL)
 Pendekatan : *Scientifik Learning* dan *TPACK*
 Strategi : Pembelajaran Kontekstual
 Metode : Pengamatan, tanya jawab, diskusi, penugasan



II. KOMPONEN INTI

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman Biologi	Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antara komponen serta perubahan lingkungan.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mengidentifikasi peran virus dengan menyajikan daftar peran virus yang menguntungkan dan merugikan.
2. Menciptakan solusi terhadap pencegahan penyebaran virus yang ada disekitarnya melalui kampanye berbagai media berdasarkan hasil telaah informasi.

C. PEMAHAMAN BERMAKNA

Peserta didik dapat memahami bahwa covid-19 dapat terjadi karena peranan virus yang menginfeksi sel organisme. Selain itu virus juga memiliki manfaat dalam bidang bioteknologi diantaranya untuk pembuatan vaksin, interferon, profag, dan peta kromosom.

D. PERTANYAAN PEMANTIK

Apa pentingnya bagi kita mengetahui salah satu khasus yang menarik perhatian dunia sehingga menjadi sebuah pandemi yaitu penyebaran virus corona 19 atau covid-19. Menurut kalian, bagaimana solusi untuk mengatasi masalah tersebut?

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan-1

Tahap	Langkah kegiatan	Alokasi waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengucapkan salam dan mengawali pembelajaran dengan berdoa bersama. (Religius) 2. Guru mengecek kesiapan peserta didik meliputi kebersihan kelas, kerapihan kelas dan kehadiran peserta didik. (Disiplin) 3. Peserta didik bersama guru menyanyikan lagu nasional Tanah Airku. (Nasionalisme) 4. Guru mengadakan tes kemampuan awal melalui pertanyaan awal. (Apersepsi) <ol style="list-style-type: none"> a. Apa kalian pernah dengar pandemi covid-19? b. Apa yang menyebabkan pandemi covid-19? c. Coba sebutkan gejala dari covid-19? 5. Guru menyampaikan terkait tujuan pembelajaran yang akan dicapai setelah kegiatan pembelajaran dilaksanakan. 	15 menit
Kegiatan Inti	<p>Sintak 1 Penentuan Pertanyaan Mendasar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menayangkan power point mengenai peranan virus di depan kelas. 2. Guru menayangkan video dari youtube berisikan permasalahan factual dan kontekstual tentang virus corona/ covid-19. peranan virus dalam kehidupan. (TPACK) 3. Peserta didik mengamati video tersebut. (Saintifik-mengamati) 4. Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru tentang materi yang ada di video tentang covid-19 	60 Menit

	<p>dan yang bisa menjawab mendapatkan reward berupa pujian.</p> <p>5. Peserta didik dan guru saling bertanya jawab tentang pemecahan masalah, seperti “mengapa pandemic covid-19 dapat terjadi? Apa saja gejalanya? Bagaimana solusi untuk mengobatinya? (<i>Pedagogical-TPACK, Komunikasi</i>)</p>	
	<p>Sintak 2 Mendesain Perencanaan Produk</p> <p>6. Peserta didik menerima penjelasan dari guru bahwa pembelajaran kali ini akan di lakukan secara diskusi kelompok dan guru membagikan kelompok. (<i>Komunikasi</i>)</p> <p>7. Peserta didik telah menerima LKPD dari guru, peserta didik membaca petunjuk pengerjaan LKPD, jika dirasakan ada yang belum dipahami bisa ditanyakan kepada guru. (<i>Mandiri, Berpikir Kritis-PPK</i>)</p> <p>8. Peserta didik mendapatkan pengarahaan dari guru tentang kegiatan di LKPD. (<i>Komunikasi</i>)</p> <p>9. Peserta didik berdiskusi, menyusun rencana pembuatan proyek pemecahan masalah meliputi pembegian tugas, persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan.</p>	
	<p>Sintak 3 Menyusun Jadwal Pembuatan</p> <p>10. Peserta didik dan guru membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapn-tahapan pengumpulannya) (<i>Berpikir Kritis, TPACK</i>)</p> <p>11. Peserta didik menyusun jadwal penyelesaian proyek dengan memperhatikan batas waktu yang telah ditentukan bersama.</p>	

Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan jika ada materi yang belum dipahami. (Berpikir Kritis) 2. Peserta didik dan guru membuat simpulan tentang poin-poin yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. 3. Peserta didik bersama guru melakukan refleksi materi. 4. Peserta didik menyimak penjelasan guru terkait pembelajaran untuk pertemuan berikutnya. (Tindak Lanjut) 5. Peserta didik bersama guru berdoa menurut agama dan kepercayaan masing-masing. (Religius) 6. Guru mengucapkan salam penutup. (Religius) 	15 Menit
---------	--	----------

Pertemuan-2

Tahap	Langkah Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengucapkan salam dan mengawali pembelajaran dengan berdoa bersama. (Religius) 2. Guru mengecek kesiapan peserta didik meliputi kebersihan kelas, kerapihan kelas dan kehadiran peserta didik. (Disiplin) 3. Peserta didik bersama guru menyanyikan lagu nasional Tanah Airku. (Nasionalisme) 4. Guru memberikan motivasi dan apersepsi dengan mengaitkan pengalaman dengan pembelajaranyang akan dilaksanakan. 5. Guru menyampaikan terkait tujuan pembelajaran yang akan dicapai setelah kegiatan pembelajaran 	15 Menit

	dilaksanakakan sama dengan pertemuan pertama.	
Kegiatan Inti	<p>Sintak 4 Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek</p> <p>12. Guru memantau keaktifan peserta didik selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan.</p> <p>13. Peserta didik melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.</p>	60 Menit
	<p>Sintak 5 Menguji Hasil</p> <p>14. Peserta didik dan guru berdiskusi tentang langkah-langkah membuat poster pencegahan penyakit yang disebabkan oleh virus. (Komunikasi, Berpikir Kritis)</p> <p>15. Guru memantau hasil proyek yang telah dibuat, dan mengukur ketercapaian standart.</p> <p>16. Peserta didik membahas kelayakan proyek yang telah dibuat.</p> <p>17. Peserta didik memaparkan laporan karya yaitu menampilkan hasil pembuatan poster.</p>	
	<p>Sintak 6 Evaluasi Pengalaman Belajar</p> <p>18. Sebelum evaluasi, peserta didik dengan bimbingan guru melakukan kegiatan ice breaking senaam penguin untuk meningkatkan konsentrasi.</p> <p>19. Peserta didik melakukan bimbingan proses pemaparan proyek yaitu memamerkan hasil karya tempel kelompok masing-masing.</p> <p>20. Setiap kelompok menampilkan hasil karyanya di</p>	

	<p>depan kelas.</p> <p>21. Peserta didik kelompok lain dan guru menanggapi hasil proyek.</p> <p>22. Guru memberikan penilaian hasil proyek. (Berpikir Kritis)</p> <p>23. Kelompok yang karyanya paling bagus dan rapi mendapatkan reward berupa alat tulis.</p>	
Penutup	<p>1. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan jika ada materi yang belum dipahami. (Berpikir Kritis)</p> <p>2. Peserta didik bersama guru membuat simpulan tentang poin-poin yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.</p> <p>3. Siswa mengerjakan soal tes evaluasi melalui lembar soal yang dibagikan mengenai peranan virus dan solusi pencegahan penyakit yang disebabkan.</p> <p>4. Peserta didik bersama guru melakukan refleksi materi.</p> <p>5. Peserta didik menyimak penjelasan guru terkait pelajaran untuk pertemuan berikutnya. (Tindak Lanjut)</p> <p>6. Peserta didik bersama guru berdoa menurut agaman dan kepercayaan masing-masing. (Religius)</p> <p>7. Guru mengucapkan salam penutup. (Religius)</p>	15 Menit

F. ASESMEN

No	Jenis Asesmen	Bentuk Asesmen
1	Diagnostik	a. Non Kognitif b. Kognitif
2	Formatif	Tes evaluasi ulangan harian
3	Sumatif	Penilaian sikap, sosial, dan keterampilan

G. REMEDIAL DAN PENGAYAAN

1. Kegiatan Remedial:

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

2. Kegiatan Pengayaan:

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah dipelajari.

Mengetahui,
Guru Biologi

Banda Aceh, 13 Mei 2024
Peneliti

Zuhra, S. Pd
NIP. 107010251999052001

Zahratun Raihan
NIM. 190207036



KELOMPOK

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) Peran Virus dalam Kehidupan

Nama Anggota

1.
2.
3.
4.
5.

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antara komponen serta perubahan lingkungan.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mengidentifikasi peran virus dengan menyajikan daftar peran virus yang menguntungkan dan merugikan.
2. Menciptakan solusi terhadap pencegahan penyebaran virus yang ada disekitarnya melalui kampanye berbagai media berdasarkan hasil telaah informasi.

A. Alat dan Bahan:

1. Kertas Karton
2. Pensil warna/ Cat
3. Spidol
4. Pulpen
5. Pensil
6. Penghapus
7. Penggaris

B. Petunjuk Pengerjaan:

1. Bacalah dan pahami instruksi dibawah ini.
2. Carilah artikel terkait peranan virus yang merugikan dalam kehidupan manusia.
3. Berdiskusilah dengan kelompokmu untuk melengkapi dan menyelesaikan LKPD.
4. Rancanglah proyek tentang upaya mencegah/ mengobati gangguan yang disebabkan oleh virus.
5. Buatlah rancangan tersebut dalam media poster.

C. Soal

Berdasarkan artikel yang kalian temukan, buatlah rumusan masalah untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

- a. Judul Artikel

b. Identifikasi Artikel

1. Peranan virus yang merugikan kehidupan manusia	
2. Penyebab	
3. Gejala	
4. Upaya mengobati	

c. Sumber Referensi Artikel

--

d. Buatlah rancangan media poster yang menggambarkan upaya mengatasi gangguan yang disebabkan oleh virus.

--

Contoh Poster



SELAMAT BEKERJA

A. PENILAIAN DIAGNOSTIK

1. Diagnostik Non Kognitif

Asesmen diagnostik non kognitif di awal pembelajaran dilakukan untuk menggali hal-hal meliputi kesejahteraan psikologi peserta didik, sosial emosi, aktivitas peserta didik selama belajar di rumah, kondisi keluarga dan pergaulan peserta didik, gaya belajar, karakter, dan minat siswa.

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apa kabar hari ini?		
2.	Apakah ada yang sakit hari ini?		
3.	Apakah kalian dalam keadaan sehat?		
4.	Apakah anak-anak merasa bersemangat hari ini?		
5.	Apakah anak-anak sudah makan?		
6.	Apakah tadi malam sudah belajar?		

2. Diagnostik Kognitif

No	Pertanyaan
1.	Apakah kalian pernah mendengar pandemic covid-19?
2.	Apa yang menyebabkan pandemic covid-19?
3.	Pernahkah kalian mengamati gamabr virus corona penyebab pandemi?
4.	Apa gejala yang ditimbulkan akibat terinfeksi virus corona?
5.	Bagaimana cara mengatasi penyebaran virus corona?

B. PENILAIAN FORMATIF

Nama :
Kelas : X
Materi : Virus
Sub Materi : Peranan Virus
Waktu : 10 Menit

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D dan E terhadap jawaban yang paling benar!

- Flu merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh virus. Berikut ini gejala seseorang terinfeksi virus influenza adalah
 - Demam, sakit kepala, sakit tenggorokan
 - Demam, sakit kepala dan timbul bercak-bercak
 - Demam, nyeri oto dan timbul bercak-bercak
 - Sakit kepala, lesu dan nyeri tubuh
 - Pembengkakan dibelakang kelenjar parotid
- Seseorang yang terinfeksi HIV akan mudah terserang berbagai penyakit. Hal ini dapat terjadi karena
 - Penurunan kadar eritrost
 - Kerusakan hati dan limfa
 - Peningkatan kadar eritrosit
 - Peningkatan kadar trombosit
 - Rapuhnya sistem kekebalan tubuh
- Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar di atas menunjukkan tanaman yang terinfeksi oleh

- A. Tungro
- B. Mozaik virus**
- C. New Castle Disease
- D. Foot and Mouth Disease
- E. Citrus Vein Phloem Degeneration
4. Seseorang menderita pusing, nyeri dan demam. Selanjutnya muncul ruam-ruam di tubuh korban lalu diikuti dengan diare dan muntah seperti biasa. Proses ini terjadi selama 8-10 hari. Fase kritis selanjutnya adalah separuh penderita mengalami kencing darah atau mutah darah. Berdasarkan gejala di atas maka orang tersebut menderita penyakit
- A. AIDS
- B. Ebola**
- C. Cacar
- D. Hepatitis
- E. Tuberculosis
5. Jika pemanfaatan virus yang menguntungkan bagi manusia dibidang pertanian adalah
- A. Produksi biopestisida**
- B. Pembuatan vaksin protein
- C. Digunakan dalam pembuatan rekayasa genetika
- D. Pengobatan secara biologis
- E. Pembuatan perangkat elektronik

Skor: Benar x 20

Skor Maksimal = 100

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor perolahan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$



PERANAN VIRUS

1. Peranan Virus yang menguntungkan

Sebagian besar virus merugikan karena cara hidupnya bersifat parasit intraseluler obligat pada sel hidup. Namun demikian, beberapa jenis virus dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Berikut ini beberapa mamfaat virus bagi manusia.

- a. Dalam teknologi rekayasa genetik (manipulasi informasi genetik), misalnya untuk terapi gen. Terapi gen merupakan upaya perbaikan informasi genetic dengan memperbaiki susunan basa nitrogen pada untai DNA di dalam gen. salah satu keberhasilan teknik ini adalah memperbaiki kelainan genetic ADD (*adenosine deaminase deficiency*) yang menyebabkan seseorang tidak memiliki daya tahan tubuh karena tidak terdapatnya enzim AD (*adenosine deaminase*). Dalam teknik terapi gen, Retrovirus digunakan sebagai vektor untuk memasukkan gen pengkode enzim AD ke dalam sel limfosit T yang abnormal. Pembuatan vaksin protein. Selubung virus dapat digunakan sebagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respons kekebalan tubuh melawan suatu penyakit.
- b. Untuk pengobatan secara biologis, yaitu dengan melemahkan atau membunuh bakteri, jamur, atau protozoa yang bersifat pathogen. Bakteriofag, misalnya dapat digunakan untuk membunuh bakteri pathogen.
- c. Pemberantasan serangga hama. Beberapa virus hidup parasit pada serangga. Virus tersebut dibiakkan dan digunakan untuk menyemprot serangga atau

tanaman, misalnya Baculovirus. Sejak tahun 1950, Baculovirus digunakan sebagai bioinsektisida yang tidak mencemari lingkungan.

- d. Untuk membuat perangkat elektronik. Tim ilmuwan dari Jonh Inner Center (pusat riset mikrobiologi di Inggris) berhasil menginokulasi partikel virus, kemudian mencampurnya dengan senyawa besi (Fe) untuk membuat kapasitor (alat menyimpan energy listrik).

2. Penyakit pada Manusia yang disebabkan oleh virus

Beberapa penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus, antara lain gondongan, herpes, cacar, cacar air varisela-zoster, hepatitis, influenza, parainfluenza, campak (morbili), AIDS, poliomielitis, tumor, kanker, karsinoma, kutil, demam berdarah, chikungunya, flu burung, dan SARS.

- a. Gondongan, adalah penyakit pembengkakan kelenjar parotis (kelenjar ludah) yang dapat menular. Pembengkakan dan rasa nyeri akan lebih terasa ketika menelan makanan yang bersifat asam. Gondongan disebabkan oleh Paramyxovirus.
- b. Herpes, adalah penyakit infeksi pada sel epitel, setelah terjadi infeksi, virus tidak akan keluar dari tubuh dan tetap laten pada sel-sel saraf. Penyakit ini dapat menular melalui kontak langsung dengan cairan yang berasal dari jaringan epitel yang terinfeksi. Herpes disebut juga “demam lepuh”. Penyakit ini disebabkan oleh virus herpes simpleks (HSV-1 dan HSV-2).
- c. Cacar air varisela (chickenpox) dan herpes zoster (shingles), merupakan penyakit ringan yang mudah menular, terutama pada anak-

anak. Penyakit ini ditandai timbulnya vesikula pada kulit dan selaput lender. Herpes zoster adalah penyakit cacar air yang diderita oleh orang dewasa dengan gejala sama seperti cacar air varisela, ditandai oleh adanya ruam vesikuladi kulit. Keduanya disebabkan virus verisela. Perbedaannya adalah cacar air verisela disebabkan infeksi pertama virus, sedangkan herpes zosterdisebabkan pengaktifan kembali virus laten yang menetap di ganglia sensorik.

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

e. Influenza dan parainfluenza, merupakan penyakit pernapasan yang terkadang merupakan wabah di beberapa bagian dunia. Gejala influenza timbul mendadak,dengan gejala tubuh menggigil, sakit kepala, batuk kering, demam, dan nyeri otot menyeluruh. Influenza disebabkan oleh virus Orthomycovirus yang berbentuk bulat dengan diameter 100 nm. Virus influenza menyerang sel-sel saluran

pernapasan dan mudah menyebar dari orang ke orang saat penderita batuk, bersin, atau melalui kontak tangan yang terkontaminasi.

- f. Campak (Morbili), disebabkan oleh virus Morbillivirus. Masa inkubasi virus ini 7 – 11 hari, dengan gejala demam, bersin, batuk pilek, mata merah, dan timbul ruam bercak coklat pada kulit. Penyakit campak dapat menular, namun satu kali infeksi dapat memberikan kekebalan seumur hidup. Campak bersifat endemic dan kira-kira berulang setiap 2 – 3 tahun. Pencegahannya dilakukan dengan cara pemberian vaksin.
- g. AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*), merupakan penyakit hilangnya system kekebalan tubuh. Penyakit AIDS dilaporkan pertama kali sampai di Amerika pada tahun 1981, sedangkan isolasi virus dilakukan pada akhir tahun 1983. Penyakit ini disebabkan oleh HIV (human immunodeficiency virus) dari genus Lentivirus, family Retroviridae, subfamily Lentivirinae yang menyerang sel limfosit T CD4. Perjalanan infeksi virus HIV sangat khas, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama (sekitar 10 tahun), mulai dari stadium infeksi primer, penyebaran virus ke organ limfoid, masa laten klinik, dan kematian.

Kematian biasanya terjadi setelah 2 tahun setelah timbul penyakit klinik, ditandai dengan tidak adanya respon imun terhadap semua infeksi patogen. Gejala yang dapat dilihat, antara lain diare kronis, penurunan berat badan, rasa lelah, demam, sesak napas, dan bercak putih pada lidah. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seksual

dengan penderita AIDS atau yang positif HIV, penggunaan jarum suntik bekas oleh pengguna narkoba, transfusi darah yang tercemar HIV, dan ibu positif HIV yang menularkan kepala bayi yang dikandungnya.

AIDS tidak menular melalui sentuhan biasa, misalnya berjabat tangan dengan penderita, persinggungan kulit, gigitan nyamuk, mencoba pakaian di toko, penggunaan toilet bersama, memegang alat minum atau gagang telpon, berenang di kolam renang umum, udara terbuka, dan makanan. Pada umumnya AIDS di derita oleh kaum homoseksual, pemakai narkoba jenis suntik, pasien yang sering menerima transfusi darah, pelaku seks bebas yang sering berganti pasangan, dan anak-anak yang dilahirkan dari wanita positif HIV.

- h. Tumor, Kanker, Karsinoma, dan Kutil adalah jaringan yang terbentuk dari sel-sel dengan kecepatan pembelahan melebihi batas normal. Tumor ganas disebut kanker. Karsinoma adalah kanker pada jaringan lunak, misalnya pada membran. Kutil merupakan tumor jinak pada sel epitel kulit atau membran mukosa.
- i. Demam berdarah ditandai gejala tubuh menggigil dan sakit kepala. Rasa sakit segera timbul, khususnya pada punggung, sendi, otot, dan bola mata. Suhu badan kembali normal setelah 5 – 6 hari dan meningkat kembali sekitar 5 – 8 hari kemudian. Bercak-bercak merah akan timbul dan berlangsung selama 24 – 72 jam. Kadar trombosit dalam darah akan menurun dan kondisi paling parah adalah terjadinya pendarahan yang

menyebabkan kematian. Demam berdarah merupakan penyakit epidemi (wabah) di Filipina, India, dan Indonesia dengan angka kematian 5 – 10 %. Demam berdarah disebabkan oleh virus dengue (Flavivirus) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.



Penularan virus dapat melalui udara dan feses unggas. Penularan melalui konsumsi daging belum terbukti, namun perlu diperhatikan cara pengolahannya. Pastikan daging yang di konsumsi benar-benar matang. Telur dengan cangkang yang kotor oleh feses dan lendir unggas terinfeksi perlu diwaspadai, karena kemungkinan tercemar oleh virus flu burung. Sebaiknya anda tidak mengkonsumsi telur mentah atau setengah matang.

3. Penyakit pada Hewan yang Disebabkan oleh Virus

- a. Rabies adalah penyakit yang disebabkan oleh *Rhabdovirus*. Rabies merupakan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci.
- b. Penyakit mulut dan kuku adalah penyakit yang menyerang ternak, seperti sapi, kambing, kerbau, babi, domba, dan hewan berkuku belah lainnya seperti gajah. Penyakit kuku dan mulut disebabkan oleh *Aphthovirus* dari famili Picornaviridae.
- c. Tetelo (*parrot fever*) atau NCD (*New Castle Disease*) yaitu penyakit pada unggas (misalnya ayam atau itik), dengan gejala diare, batuk-batuk, dan kehilangan keseimbangan sehingga tubuhnya berputar-putar dengan kepala tertekuk. Penyakit tetelo disebabkan oleh virus *New Castle Disease (NCD)*, dan mudah menular, serta menyebabkan kematian hewan ternak.
- d. Tumor adalah penyakit yang menyerang sel epitel kulit dan membran mukosa. Penyakit ini dapat diderita oleh hewan seperti ayam atau sapi. Pada ayam, tumor disebabkan oleh virus RSV (*Rous Sarcoma Virus*), sedangkan pada sapi disebabkan oleh *Bovine papillomavirus*.
- e. Penyakit flu burung atau avian influenza (AI) disebabkan oleh HPAIV (highly pathogenic avian influenza virus) yang pada awalnya hanya menyerang unggas. Namun, beberapa varian tertentu mengalami

mutase menjadi semakin ganas dan dapat menyerang babi dan manusia. Penyebab flu burung di Asia adalah kelompok virus Tipe A dengan subtipe (strain) H5N1 yang sangat ganas. Virus ini berukuran 90 – 120 nanometer dan termasuk family *Orthomyxoviridae*.

4. Penyakit pada Tumbuhan yang Disebabkan oleh Virus

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

- a. Tungro Virus yang berasal dari famili *Caulimoviridae* dapat menyerang tanaman padi yang menyebabkan sel-sel daun mati sehingga pertumbuhan terganggu dan kerdil. Penyebaran virus ini melalui perantaraan wereng coklat dan wereng hijau.
- b. Mosaik penyakit yang dapat terjadi pada daun tembakau, kacang tanah, papaya, cabai, tomat, dan kentang. Gejalanya adalah timbul bercak-bercak kuning pada daun. Penyebaran virus mosaik terjadi melalui perantaraan serangga.
- c. Penyakit TYLC (*tomato yellow leaf curl virus*) adalah virus yang menyebabkan daun tumbuhan tomat berwarna kuning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.
- d. Virus CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) menyebabkan penyakit degenerasi pada batang dan daun jeruk. Virus ini menyerang sistem pembuluh pengangkut floem pada tanaman jeruk.

D. Pencegahan dan Pengobatan Infeksi Virus

Hubungan antara infeksi virus dengan gejala penyakit yang ditimbulkannya serigkali kurang jelas. Beberapa virus menghancurkan sel inang dengan menghasilkan enzim hidrolitik. Ada yang menyebabkan sel inang memproduksi toksin yang menyebabkan gejala sakit. Ada pula virus yang memiliki toksin berupa selubung protein. Terkadang timbul gejala-gejala sementara yang mengirigi terjadinya infeksi virus, misalnya demam, gatal-gatal dan radang. Hal ini terjadi sebagai upaya tubuh untuk melawan infeksi tersebut. Pada dasarnya tubuh kita memiliki sisten imun. Namun sistem imun yang ada terkadang tidak mampu untuk melawan infeksi suatu jenis virus. Usaha pencegahan terhadap infeksi virus dapat dilakukan dengan cara pemberian vaksin, sedangkan pengobatannya dengan cara pemberian interferon dan kemoterapi antivirus.



GLOSARIUM

Apersepsi	Pengamatan secara sadar tentang segala sesuatu dalam jiwanya sendiri yang menjadi dasar pertimbangan serta landasan menerima ide baru
Asesmen	Penilaian
Bioteknologi	Cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang pemanfaatan makhluk hidup, baik mikroorganisme maupun makroorganisme
Kemoterapi	Pengobatan atau obat-obatan yang digunakan untuk mengobati penyakit kanker
Pengayaan	Cara mengayakan atau menambah pengetahuan
Remedial	Perbaikan untuk siswa yang belum tuntas
Virus	Makhluk aseluler, yang hanya memiliki materi genetik berupa DNA atau RNA
Vaksin	Suatu zat yang merupakan suatu bentuk produk biologi yang diketahui berasal dari virus, bakteri atau dari kombinasi antara keduanya yang dilemahkan.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

DAFTAR PUSTAKA

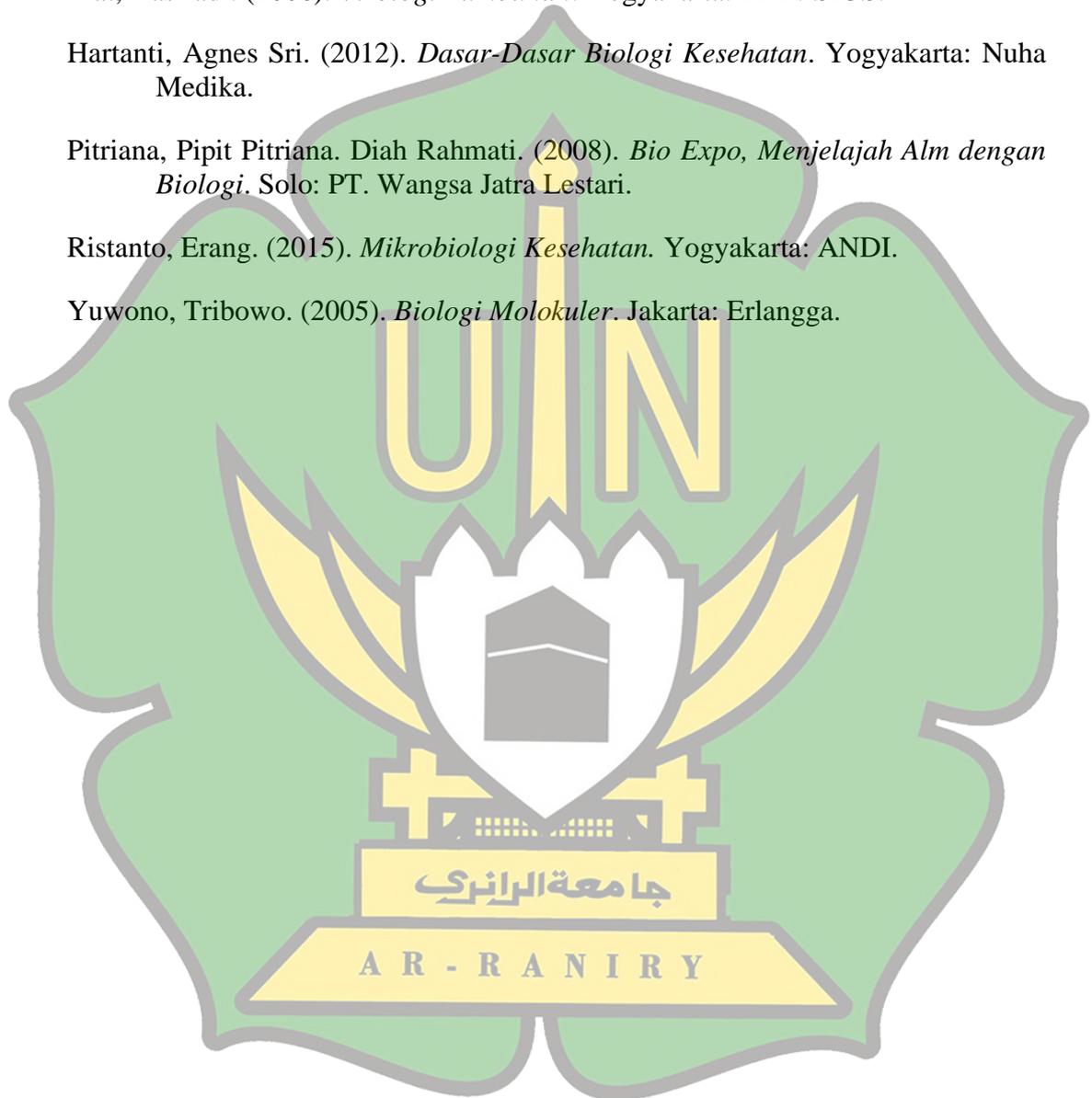
Mat, Hasriadi. (2006). *Virologi Tumbuhan*. Yogyakarta: KANISIUS.

Hartanti, Agnes Sri. (2012). *Dasar-Dasar Biologi Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika.

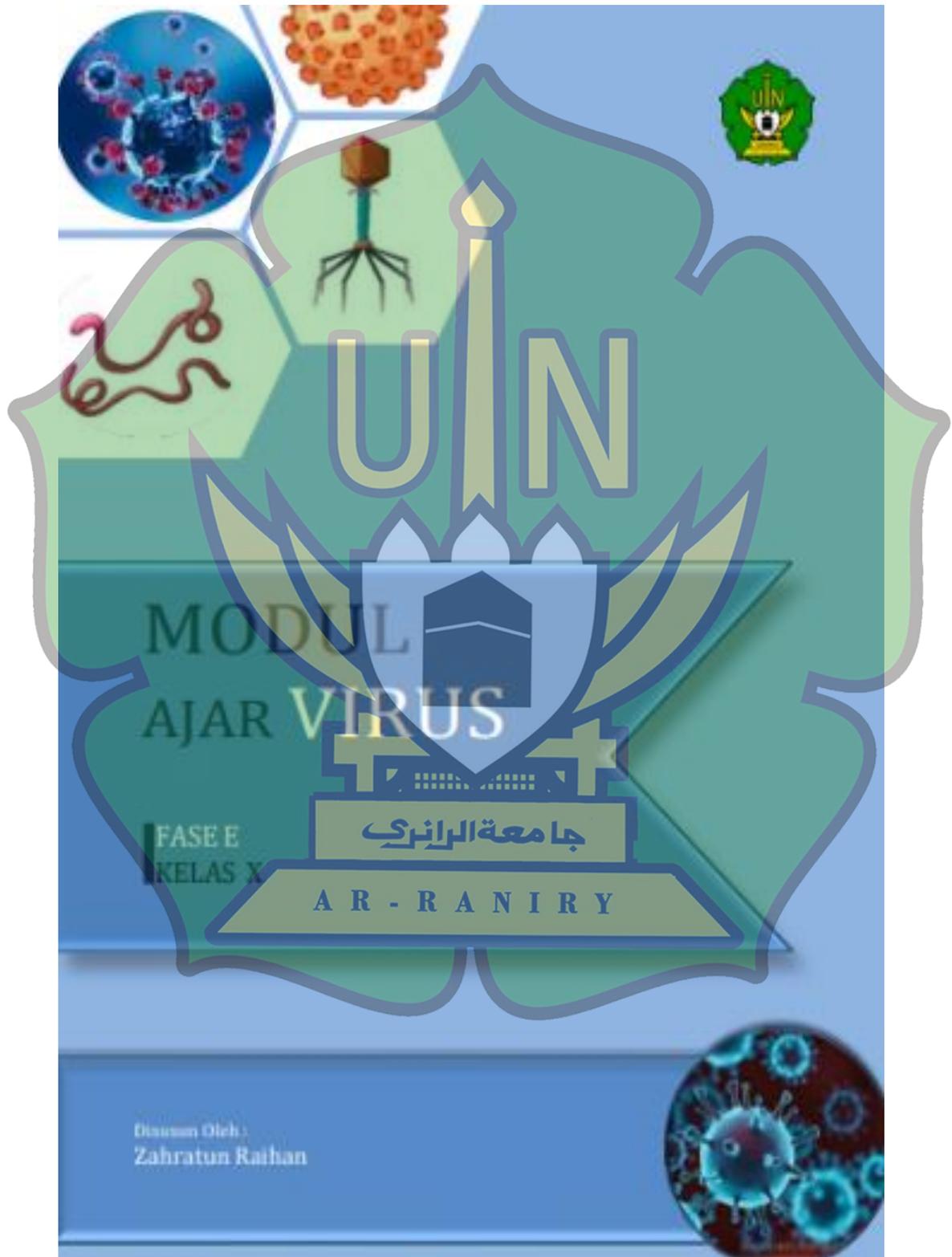
Pitriana, Pipit Pitriana. Diah Rahmati. (2008). *Bio Expo, Menjelajah Alm dengan Biologi*. Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari.

Ristanto, Erang. (2015). *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: ANDI.

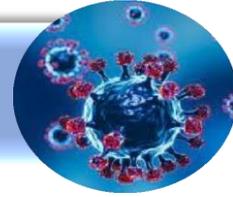
Yuwono, Tribowo. (2005). *Biologi Molokuler*. Jakarta: Erlangga.



Lampiran 12. Tampilan Hasil Revisi Pengembangan Modul Ajar Berbasis (PjBL)



MODUL AJAR BIOLOGI VIRUS



I. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Zahratun Raihan
Nama Institusi	: MAN 4 Aceh Besar
Tahun Penyusunan	: 2024/2025
Jenjang Sekolah	: SMA/MA
Fase/Kelas	: E/X
Alokasi Waktu	: 2 Pertemuan (2x45 menit)

B. KOMPETENSI AWAL

Sebelum memulai kegiatan pembelajaran dalam modul ini, siswa sudah mampu menguasai apa pengertian virus, apa saja karakteristik virus dan mengetahui peranan virus dalam kehidupan.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Bergotong royong dengan cara melatih siswa untuk saling bekerjasama dalam kelompok saat pembuatan projek, maupun presentasi hasil kerja kelompok.
2. Bernalar kritis dengan cara melatih siswa dengan pertanyaan-pertanyaan dalam peristiwa kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan peranann virus dalam kehidupan.

D. NILAI PROFIL PELAJAR RAHMATAN LIL ALAMIN

1. Toleransi (*Tasamuh*)
2. Dinamis dan inovatif (*Tathawwur wa ibtikar*)

E. SARANA DAN PRASARANA

Media Pembelajaran	Alat dan Bahan	Bahan Bacaan
Laptop	Kertas karton	Adapun bahan bacaan terdiri dari bahan ajar yang memuat materi peranan virus
Proyektor/ infocus	Cat air/ krayon	
PPT	Alat tulis	
Video	Spidol	
LKPD	Gunting Lem	

F. TARGET SISWA

Modul ini dibuat untuk siswa regular guna meningkatkan keaktifan siswa melalui pembuatan projek.

G. MODEL PEMBELAJARAN

Model Pembelajaran : *Project Based Learning* (PjBL)
 Pendekatan : *Scientifik Learning* dan *TPACK*
 Strategi : Pembelajaran Kontekstual
 Metode : Diskusi, pembuatan proyek, tanya jawab, presentasi.

جامعة الرانيري
 A R - R A N I R Y

II. KOMPONEN INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Elemen	Capaian Pembelajaran (CP)
Pemahaman Biologi	Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antara komponen serta perubahan lingkungan.
Tujuan Pembelajaran (TP)	
peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahamannya tentang virus dan peranannya.	

B. INDIKATOR KETERCAPAIAN TUJUAN PEMBELAJARAN (IKTP)

1. Siswa mampu menyebutkan ciri-ciri virus secara tertulis dengan menampilkan tabel identifikasi virus.
2. Siswa mampu mengidentifikasi struktur tubuh virus dengan menampilkan beberapa gambar virus.
3. Siswa mampu mengidentifikasi peran virus dalam kehidupan sehari-hari melalui gejala-gejala penyakit yang ditampilkan.
4. Siswa mampu menciptakan solusi terhadap penyebaran virus dalam kehidupan sehari-hari melalui projek pembuatan poster.

C. PEMAHAMAN BERMAKNA

Melalui kerja kelompok siswa dapat menganalisis tentang peran virus yang menguntungkan dan merugikan. Siswa mampu membuat proyek solusi terhadap pencegahan penyebaran virus dalam kehidupan sehari-hari.

D. PERTANYAAN PEMANTIK

Apa pentingnya bagi kita mengetahui salah satu khusus yang menarik perhatian dunia sehingga menjadi sebuah pandemi yaitu penyebaran virus corona 19 atau covid-19. Menurut kalian, kenapa hal itu bisa terjadi? Bagaimanakah solusi untuk mengatasi masalah tersebut?

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan-1

Tahap	Langkah kegiatan	Alokasi waktu
Pendahuluan	A. Orientasi 1. Guru bersama siswa saling memberi dan menjawab salam serta menyampaikan kabarnya masing-masing. 2. Guru dan siswa berdoa untuk mengawali pembelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran siswa di kelas. 4. Guru menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran.	4 Menit
	B. Apersepsi 1. Guru dan siswa bertanya jawab mengenai pengetahuan awal tentang kehidupan sehari-hari pada materi yang akan dipelajari. a. Apakah kalian pernah mengalami flu? b. Bagaimana hal tersebut terjadi?	4 Menit

	<p>c. Apakah flu bisa menular?</p> <p>d. Bagaimana upaya mengobatinya?</p> <p>C. Motivasi</p> <p>Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dilaksanakan siswa dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>D. Tujuan</p> <p>Guru menyampaikan terkait tujuan mempelajari pelajaran yang akan dipelajari siswa dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>E. Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan ini. 2. Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran. 	<p>2 Menit</p> <p>2 Menit</p> <p>3 Menit</p>
<p>Kegiatan Inti</p>	<p>Sintak 1 Penentuan Pertanyaan Mendasar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menayangkan power point (PPT) mengenai peranan virus di depan kelas. 2. Guru menayangkan video virus corona menyerang tubuh pada link: https://youtu.be/ftNCj06d7KE?si=wDWFhpkISDCeOrqG 3. Siswa mengamati video tersebut. (Saintifik-mengamati) 4. Siswa menjawab pertanyaan dari guru tentang materi yang ada di video tentang covid-19 dan yang bisa menjawab mendapatkan reward berupa pujian. 5. Siswa dan guru saling bertanya jawab tentang pemecahan masalah, seperti “mengapa pandemi covid-19 dapat terjadi? Apa saja gejalanya? Bagaimana solusi untuk mengobatinya? 	<p>15 Menit</p>

	<i>(Pedagogical-TPACK, Komunikasi)</i>	
	<p>Sintak 2 Mendesain Perencanaan Produk</p> <p>6. Siswa menerima penjelasan dari guru bahwa pembelajaran kali ini akan di lakukan secara diskusi kelompok dan guru membagikan kelompok. (Komunikasi)</p> <p>7. Siswa telah menerima LKPD dari guru, siswa membaca petunjuk pengerjaan LKPD, jika dirasakan ada yang belum dipahami bisa ditanyakan kepada guru. (Mandiri, Berpikir Kritis-PPK)</p> <p>8. Siswa mendapatkan pengarahaan dari guru tentang kegiatan di LKPD. (Komunikasi)</p> <p>9. Siswa berdiskusi menyusun rencana pembuatan proyek pemecahan masalah meliputi pembegian tugas, persiapan alat, bahan, media dan sumber yang dibutuhkan.</p>	10 Menit
	<p>Sintak 3 Menyusun Jadwal Pembuatan</p> <p>10. Siswa dan guru membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapn-tahapan pengumpulannya) (Berpikir Kritis, TPACK)</p> <p>11. Siswa menyusun jadwal penyelesaian proyek dengan memperhatikan batas waktu yang telah ditentukan bersama.</p>	10 Menit

	<p>Sintak 4 Memonitor Keaktifan dan Perkembangan Proyek</p> <p>12. Guru memantau keaktifan siswa selama melaksanakan proyek, memantau realisasi perkembangan dan membimbing jika mengalami kesulitan.</p> <p>13. Siswa melakukan pengerjaan proyek sesuai jadwal, mencatat setiap tahapan, mendiskusikan setiap masalah yang muncul selama penyelesaian proyek dengan guru.</p>	25 Menit
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan jika ada materi yang belum dipahami. (Berpikir Kritis) 2. Siswa dan guru membuat simpulan tentang poin-poin yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. 3. Siswa mengerjakan soal tes evaluasi mengenai peranan virus yang diberikan oleh guru. 4. Siswa bersama guru melakukan refleksi materi. 5. Guru memberitahu siswa untuk menyelesaikan proyeknya di rumah dan untuk pertemuan berikutnya akan mempersentasikan hasil proyek dari masing-masing kelompok. (Tindak Lanjut) 6. Siswa bersama guru berdoa menurut agama dan kepercayaan masing-masing. (Religius) 7. Guru mengucapkan salam penutup. (Religius) 	15 Menit

Pertemuan-2

Tahap	Langkah kegiatan	Alokasi waktu
Pendahuluan	<p>A. Orientasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru bersama siswa saling memberi dan menjawab salam serta menyampaikan kabarnya masing-masing. 2. Guru dan siswa berdoa untuk mengawali pembelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran siswa di kelas. 4. Guru menyiapkan fisik dan psikis siswa dalam mengawali kegiatan pembelajaran. 	4 Menit
	<p>B. Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru dan siswa bertanya jawab mengenai pengetahuan awal tentang kehidupan sehari-hari pada materi yang akan dipelajari. <ol style="list-style-type: none"> a. Apakah kalian pernah mengalami flu? b. Bagaimana hal tersebut terjadi? c. Apakah flu bisa menular? d. Bagaimana upaya mengobatinya? 	4 Menit
	<p>C. Motivasi</p> <p>Guru memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dilaksanakan siswa dalam kehidupan sehari-hari.</p>	2 Menit
	<p>D. Tujuan</p> <p>Guru menyampaikan terkait tujuan mempelajari pelajaran yang akan dipelajari siswa dalam kehidupan sehari-hari.</p>	2 Menit
	<p>E. Pemberian Acuan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberitahukan lanjutan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan ini. 	3 Menit

	2. Menjelaskan mekanisme lanjutan pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.	
Kegiatan Inti	<p>Sintak 5 Menguji Hasil</p> <p>14. siswa dan guru berdiskusi tentang langkah-langkah membuat poster pencegahan penyakit yang disebabkan oleh virus. (Komunikasi, Berpikir Kritis)</p> <p>15. Guru memantau hasil proyek yang telah dibuat, dan mengukur ketercapaian standart.</p> <p>16. Siswa membahas kelayakan proyek yang telah dibuat.</p> <p>17. Siswa memaparkan laporan karya yaitu menampilkan hasil pembuatan poster.</p>	45 Menit
	<p>Sintak 6 Evaluasi Pengalaman Belajar</p> <p>18. Sebelum evaluasi, siswa dengan bimbingan guru melakukan kegiatan ice breaking senaam pinguin untuk meningkatkan konsentrasi.</p> <p>19. Peserta didik melakukan bimbingan proses pemaparan proyek yaitu menampilkan poster hasil kerja kelompok masing-masing.</p> <p>20. Setiap kelompok menampilkan hasil karyanya di depan kelas.</p> <p>21. Siswa kelompok lain dan guru menanggapi hasil proyek.</p> <p>22. Guru memberikan penilaian hasil proyek. (Berpikir Kritis)</p> <p>23. Kelompok yang karyanya paling bagus dan rapi mendapatkan reward berupa alat tulis daru guru.</p>	15 Menit
Penutup	1. Siswa diberi kesempatan untuk mengajukan	15 Menit

	<p>pertanyaan jika ada materi yang belum dipahami.</p> <p>(Berpikir Kritis)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Siswa dan guru membuat simpulan tentang poin-poin yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. 3. Siswa mengerjakan soal tes evaluasi mengenai peranan virus yang diberikan oleh guru. 4. Siswa bersama guru melakukan refleksi materi. 5. Siswa mendengar penjelasan dari guru terkait pembelajaran pada materi baru untuk pertemuan berikutnya. 6. Siswa bersama guru berdoa menurut agama dan kepercayaan masing-masing. (Religius) 7. Guru mengucapkan salam penutup. (Religius) 	
--	--	--



F. ASESMEN

1. Penilaian Sikap

a. Lembar Observasi

No	Nama	Keaktifan				Kerjasama				Nilai Akhir
		4	3	2	1	4	3	2	1	
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										

b. Rubrik Penilaian

No	Aspek yang diamati	Kriteria	Skor
1.	Keaktifan	Terlihat, berani sendiri dan tepat	4
		Terlihat, berani sendiri kurang tepat	3
		Terlihat, bila dengan teman-teman	2
		Terlihat, dengan dorongan guru	1
2.	Kerjasama	Mau bekerjasama dan menghargai pendapat teman yang lain	4
		Mau bekerjasama tapi mengatur teman yang lain	3
		Mau bekerjasama tapi pasif	2
		Tidak mau bekerjasama dan pasif	1

Skor

Skor Maksimal = 8

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Kriteria Pengkategorian Predikat:

89-100 : Sangat Baik (A)

77-88 : Baik (B)

64-76 : Cukup (C)

< 64 : Kurang (D)

2. Penilaian Keterampilan

No	Kriteria	Baik Sekali	Baik	Cukup	Kurang
		4	3	2	1
1.	Kelengkapan poster	Isi poster sangat lengkap dan jelas serta menggunakan bahasa Indonesia yang benar	Isi poster lengkap dan jelas menggunakan bahasa Indonesia yang benar	Isi tulisan kurang lengkap dan jelas serta belum menggunakan bahasa Indonesia yang benar	Isi poster tidak lengkap dan jelas serta belum menggunakan bahasa Indonesia yang benar
2.	Tampilan poster	Tulisan poster sangat bagus, runtut dan bersih	Tulisan poster bagus, runtut dan bersih	Tulisan poster kurang bagus, kurang runtut dan kurang bersih	Tulisan poster tidak bagus, tidak runtut dan kotor
3.	Penampilan presentasi	Membacakan poster dengan suara yang jelas dan percaya diri	Membacakan poster dengan suara jelas namun kurang percaya diri	Membacakan poster suara kurang jelas dan tidak percaya diri	Membacakan poster dengan suara tidak jelas dan tidak percaya diri

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Kriteria Pengkategorian Predikat:

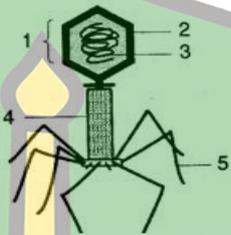
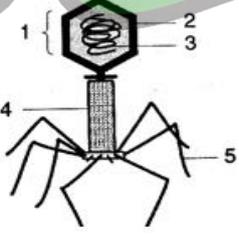
- 89-100 : Sangat Baik (A)
 77-88 : Baik (B)
 64-76 : Cukup (C)
 < 64 : Kurang (D)

3. Asesmen Formatif

KISI-KISI PENULISAN SOAL

Jenjang Pendidikan : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Biologi
 Kurikulum : Merdeka
 Kelas/Fase : X/F
 Jumlah Soal : 10
 Bentuk Soal : Pilihan Ganda

Tujuan Pembelajaran	IKTP	Soal	Kunci Jawaban	Aspek
peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahamannya tentang virus dan peranannya	Siswa mampu menyebutkan ciri-ciri virus secara tertulis atau melihat beberapa gambar virus	<p>1. Berikut ini yang bukan merupakan sifat-sifat virus...</p> <p>A. Bentuk dan ukuran virus bervariasi</p> <p>B. Virus bukan sel, jadi tidak memiliki protoplasma</p> <p>C. Virus dapat aktif pada makhluk hidup yang spesifik</p> <p>D. Hanya memiliki satu macam asam nukleat (DNA atau RNA)</p> <p>E. Untuk reproduksinya hanya membutuhkan bahan organik saja</p>	E	C2
		<p>2. Sifat manakah yang menunjukkan ciri virus sebagai makhluk hidup ...</p> <p>A. Kemampuan menduplikasi diri</p> <p>B. Kemampuan mengikat jaringan</p> <p>C. Kemampuan memasuki jaringan</p>	A	C1

		<p>D. Kemampuan dapat hidup pada makhluk hidup lain</p> <p>E. Semua jawaban benar</p>		
	<p>Siswa mampu mengidentifikasi struktur tubuh virus melalui beberapa gambar virus</p>	<p>3. Perhatikan gambar berikut ini!</p>  <p>Bagian yang ditunjukkan nomor 5 berfungsi untuk ...</p> <p>A. Pergerakan virus</p> <p>B. Reproduksi virus</p> <p>C. Pergerakan bakteri</p> <p>D. Menancapkan diri ke bakteri</p> <p>E. Menancapkan diri ke bagian substrat</p>	E	C1
		<p>4. Bagian ekor virus biasanya terdiri atas ...</p> <p>A. Serabut ekor dan lempeng dasar</p> <p>B. Kepala ekor</p> <p>C. Badan virus</p> <p>D. Lempeng dasar</p> <p>E. Kepala virus</p>	A	C2
		<p>5. Perhatikan gambar berikut ini!</p>  <p>Struktur yang ditunjukkan oleh nomor 3 merupakan ...</p>	D	C1

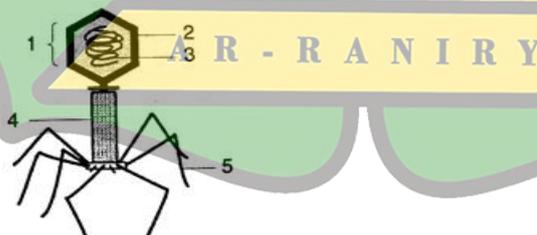
		<p>A. protein B. Glikoprotein C. Karbohidrat D. Asam Nukleat E. Fosfolipid</p>		
	<p>Siswa mampu mengidentifikasi peran virus dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>6. Perhatikan gambar di bawah ini!</p>  <p>Penyakit campak yang menyerang anak diatas disebabkan oleh virus ...</p> <p>A. Paramyxovirus B. Orthomyxovirus C. Avian Influenza D. Adenovirus E. Retrovirus</p>	A	C1
		<p>7. Seseorang yang terinfeksi HIV akan mudah terserang berbagai penyakit. Hal ini dapat terjadi kerana ...</p> <p>A. Penurunan kadar eritrosit B. Kerusakan hati dan limfa C. Peningkatan kadar eritrosit D. Peningkatan kadar trombosit E. Rapuhnya sistem kekebalan tubuh</p>	E	C4
		<p>8. Penyakit yang menyebabkan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan</p>	B	C4

		<p>penderita seperti anjing, kucing, kelinci. Penyakit yang dimaksud adalah ...</p> <p>A. Tetelo yang disebabkan oleh NCD</p> <p>B. Rabies yang disebabkan oleh Rabdovirus</p> <p>C. Penyakit kuku dan mulut ternak Aphthovirus</p> <p>D. Penyakit kutil disebabkan RSV</p> <p>E. Penyakit tumor pada hewan yang disebabkan oleh Asdenovirus</p>		
		<p>9. Dibawah ini adalah media penyebaran virus corona, kecuali ...</p> <p>A. Bersalaman/ sentuhan tangan</p> <p>B. Udara</p> <p>C. Percikan batuk dan bersin</p> <p>D. Benda-benda padat</p> <p>E. Jarum suntik</p>	D	C1
	<p>Siswa mampu menciptakan solusi terhadap penyebaran virus dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>10. Vaksin yang bisa diberikan per oral adalah vaksin untuk mencegah wabah penyakit ...</p> <p>A. Demam berdarah</p> <p>B. Trakom</p> <p>C. Rabies</p> <p>D. Polio</p> <p>E. Cacar</p>	D	C2

Nama :
Kelas : X
Materi : Virus
Sub Materi : Peranan Virus
Waktu : 10 Menit

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D dan E terhadap jawaban yang paling benar!

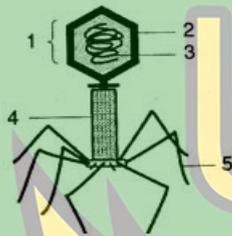
1. Berikut ini yang bukan merupakan sifat-sifat virus ...
 - A. Bentuk dan ukuran virus bervariasi
 - B. Virus bukan sel, jadi tidak memiliki protoplasma
 - C. Virus dapat aktif pada makhluk hidup yang spesifik
 - D. Hanya memiliki satu macam asam nukleat (DNA atau RNA)
 - E. Untuk reproduksinya hanya membutuhkan bahan organik saja
2. Sifat manakah yang menunjukkan ciri virus sebagai makhluk hidup ...
 - A. Kemampuan menduplikasi diri
 - B. Kemampuan mengikat jaringan
 - C. Kemampuan memasuki jaringan
 - D. Kemampuan dapat hidup pada makhluk hidup lain
 - E. Semua jawaban benar
3. Perhatikan gambar di bawah ini!



Bagian yang ditunjukkan nomor 5 berfungsi untuk ...

- A. Pergerakan virus
- B. Reproduksi virus
- C. Pergerakan bakteri

- D. Menancapkan diri ke bakteri
 E. Menancapkan diri ke bagian substrat
4. Bagian ekor virus biasanya terdiri atas ...
- A. Serabut ekor dan lempeng
 B. kepala ekor
 C. Badan virus
 D. Lempengan dasar
 E. Kepala virus
5. Perhatikan gambar berikut ini!



Struktur yang ditunjukkan oleh nomor 3 merupakan ...

- A. Protein
 B. Glikoprotein
 C. Karbohidrat
 D. Asam Nukleat
 E. Fosfolipid
6. Perhatikan gambar di bawah ini!



Penyakit campak yang menyerang anak diatas disebabkan oleh virus ...

- A. Paramyxovirus
 B. Orthomyxovirus
 C. Avian Influenza

- D. Adenovirus
E. Retrovirus
7. Seseorang yang terinfeksi HIV akan mudah terserang berbagai penyakit. Hal ini dapat terjadi karena ...
- A. Penurunan kadar eritrosit
B. Kerusakan hati dan limfa
C. Peningkatan kadar eritrosit
D. Peningkatan kadar trombosit
E. Rapuhnya sistem kekebalan tubuh
8. Penyakit yang menyebabkan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci. Penyakit yang dimaksud adalah...
- A. Tetelo yang disebabkan oleh NCD
B. Rabies yang disebabkan oleh Rabdovirus
C. Penyakit kuku dan mulut ternak Aphthovirus
D. Penyakit kutil disebabkan RSV
E. Penyakit tumor pada hewan yang disebabkan oleh Adenovirus
9. Dibawah ini adalah media penyebaran virus corona, kecuali ...
- A. Bersalaman/ sentuhan tangan
B. Udara
C. Percikan batuk dan bersin
D. Benda-benda padat
E. Jarum suntik
10. Vaksin yang bisa diberikan per oral adalah vaksin untuk mencegah wabah penyakit....
- A. Demam berdarah
B. Trakom
C. Rabies
D. Polio
E. Cacar

G. REMEDIAL DAN PENGAYAAN

1. Kegiatan Remedial:

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.

2. Kegiatan Pengayaan:

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah dipelajari.

Mengetahui,
Guru Biologi

Banda Aceh, 13 Mei 2024
Peneliti

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Zuhra, S. Pd
NIP: 197010251999052001

Zahratun Raihan
NIM: 190207036

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) (Struktur Virus)

Kelompok :

Anggota :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Tujuan Pembelajaran:

1. Siswa mampu menyebutkan ciri-ciri virus
2. Siswa mampu mengidentifikasi struktur tubuh virus

Petunjuk:

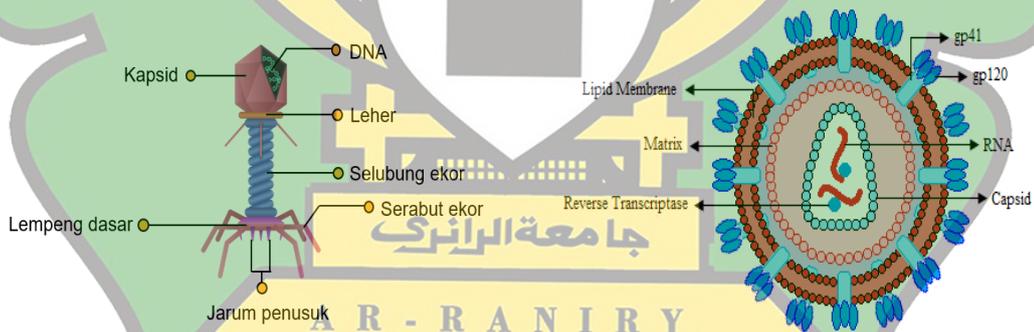
1. Awali dengan membaca Basmallah.
2. Isilah nama kelompok dan nama anggota kelompok pada kolom yang tersedia.
3. Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik dengan cermat.
4. Diskusikan bersama teman untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada Lembar Kerja Peserta Didik.
5. Apabila terdapat hal yang tidak dipahami dalam pengerjaan, tanyakan pada gurumu dengan berusaha terlebih dahulu.

Perhatikan tabel ciri-ciri virus di bawah.

1. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dan sesuai dengan pernyataan berikut ini.

Pernyataan	Jawaban
Hanya memiliki satu asam nukleat yaitu, DNA atau RNA	Benar / Salah
Memiliki inti sel, membrane plasma dan sitoplasma	Benar / Salah
Ukurannya sangat kecil yaitu antara 25-300 mm	Benar / Salah
Hanya dapat hidup dan berkembangbiak pada makhluk hidup (Parasit Intraseluler Obligat)	Benar / Salah
Tergolong dalam makhluk metaorganisme	Benar / Salah

2. Perhatikan gambar struktur tubuh virus!



Berdasarkan gambar di atas, tulislah persamaan dan perbedaan struktur tubuh kedua macam virus?

.....

.....

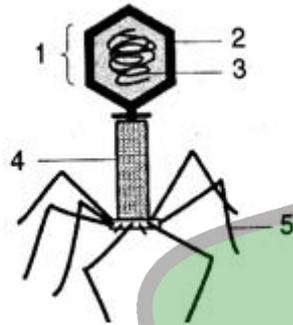
.....

.....

.....

.....

3. Perhatikan gambar struktur tubuh virus!



Apa nama virus pada gambar?

Lengkapilah keterangan gambar virus di atas!

4. Lakukanlah studi literatur baik secara manual, digital mengenai struktur tubuh virus corona! Deskripsikan olehmu bagaimana struktur tubuh virus corona penyebab pandemi covid-19?

5. Buatlah model struktur tubuh virus yang terdiri dari 4 bagian yaitu kapsid, asam nukleat, leher dan ekor!



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (Peranan Virus)

Kelompok :

Anggota :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Tujuan Pembelajaran:

1. Siswa mampu mengidentifikasi peran virus dalam kehidupan
2. Siswa mampu menciptakan solusi terhadap penyebaran virus

Petunjuk:

1. Awali dengan membaca Basmallah.
2. Isilah nama kelompok dan nama anggota kelompok pada kolom yang tersedia.
3. Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik dengan cermat.
4. Diskusikan bersama teman untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada Lembar Kerja Peserta Didik.
5. Apabila terdapat hal yang tidak dipahami dalam pengerjaan, tanyakan pada gurumu dengan berusaha terlebih dahulu.

Pertanyaan Mendasar:

Perhatikan gambar di bawah ini. Gambar di bawah ini memuat permasalahan-permasalahan yang disebabkan oleh virus.

1. Gambar di samping menunjukkan seorang anak yang terkena penyakit cacar/campak. Mengapa hal ini bisa terjadi? Apa penyebabnya? Bagaimana solusi untuk mengatasi penyakit ini?



Gambar 1. Penyakit Cacar



Gambar 2. Orang Terinfeksi Covid-19

2. Gambar di samping menunjukkan seorang yang terkena covid-19. Mengapa hal ini bisa terjadi? Apa penyebabnya? Bagaimana solusi untuk mengatasi penyakit ini?

3. Mengapa suntik vaksin perlu dilakukan?



Gambar 2. Vaksinasi

Merumuskan Topik Proyek:

Perencanaan Proyek:

1. Alat dan Bahan :

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.

2. Langkah-langkah Mengerjakan Proyek :

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.
- g.

Penyusunan Proyek:

Tabel 1. Tabel Jadwal Pembuatan Proyek

No	Hari/ Tanggal	Hari Ke	Kegiatan
1.		Pertama	Membeli dan mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan perencanaan yang telah disusun.
2.		Kedua	Membuat poster yang telah dirancang, melakukan presentasi di depan kelas dan menarik kesimpulan.

Pengawasan Kemajuan Proyek:

Tabel 2. Pengawasan Kemajuan Proyek

No	Hari/ Tanggal	Hari Ke	Kegiatan	Keterangan
1.		Pertama	Membeli dan mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan perencanaan yang telah disusun.	
2.		Kedua	Membuat poster yang telah dirancang, melakukan presentasi di depan kelas dan menarik kesimpulan.	

Berilah tanda (√) pada kolom keterangan jika kegiatan telah dilakukan.

Menampilkan Hasil Proyek:

Contoh Proyek (Poster)

Pencegahan VIRUS

Inteksi virus dapat menyebar dari satu orang ke orang lainnya melalui kontak langsung melalui pernapasan, seperti batuk dan bersin, serta menyentuh permukaan yang terkontaminasi.

01 Upaya pencegahan campak yang pertama dan paling penting adalah melakukan vaksin MMR atau MMRV.

02 Penularan HIV dapat dicegah dengan tidak melakukan hubungan seks di luar nikah dan menghindari perilaku berganti-ganti pasangan.

03 Flu dapat dicegah dengan cara melakukan vaksinasi influenza secara rutin serta memakai cairan disinfektan untuk membersihkan permukaan benda yang sering disentuh.

04 Herpes juga ditularkan melalui bersentuhan langsung dengan orang yang terinfeksi. Namun, penyebaran virus ini dapat dicegah dengan tidak berganti-ganti pasangan seksual.

INFO VIRUS

Paramyxovirus
(virus campak)

Human Immunodeficiency Virus (Virus HIV)

Orthomyxovirus
(virus Influenza)

Herpesviridae
(Virus Herpes)

www.HaloDokter.com

Evaluasi Proyek:

Siswa mempersentasikan hasil kerja kelompok masing-masing di depan kelas. Guru menilai hasil kerja dan persentasi kelompok!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SELAMAT BEKERJA

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y



VIRUS DAN PERANANNYA

Virus sering diperdebatkan statusnya sebagai makhluk hidup karena tidak dapat menjalankan fungsi biologisnya secara bebas. Dimana karakteristik khasnya virus selalu terasosiasi dengan penyakit tertentu, baik pada manusia (misalnya influenza dan HIV), hewan (misalnya flu burung), atau tanaman (misalnya mosaik tembakau). Berikut beberapa ciri-ciri yang dimiliki oleh virus di antaranya:

1. Hanya memiliki satu jenis asam nukleat yang diselubungi oleh kapsid atau selubung protein. Asam nukleat ini yaitu DNA atau RNA;
2. Ukurannya sangat kecil yaitu antara 25-300 nm.
3. Tubuh virus tidak berbentuk sel. Sehingga virus tidak memiliki inti sel, membran plasma, dan sitoplasma;
4. Hanya dapat hidup dan berkembang biak pada sel hidup atau dikenal juga sebagai parasit intraseluler obligat;
5. Merupakan suatu makhluk metaorganisme. Makhluk metaorganisme merupakan suatu bentuk peralihan antara benda mati atau memiliki sifat yang dapat dikristalkan dan makhluk hidup atau dapat berkembangbiak;
6. Memiliki beberapa bentuk tubuh. Bentuk tubuh virus yaitu bulat, batang, bentuk T, dan silindris;
7. Kapsid tersusun dari protein yang berisi DNA saja atau RNA;
8. Aktivitasnya harus di dalam sel makhluk hidup.

Secara umum, struktur tubuh virus terdiri atas 4 bagian utama, yaitu kepala, isi tubuh, ekor, dan kapsid. Meski tersusun atas struktur yang sama, virus ternyata mempunyai bentuk tubuh yang sangat bervariasi. Sedikitnya ada 5 macam bentuk tubuh virus yang telah berhasil diidentifikasi oleh para ilmuwan. Macam-macam bentuk virus tersebut antara lain oval, bulat, batang, polyhedral, dan huruf T (Harahap, et al., 2021). Berikut macam-macam bentuk tubuh virus tersebut lengkap dengan contohnya.



Gambar 1. Macam-Macam Bentuk Tubuh Virus (Hisyaam, 2021)

Bentuk virus bervariasi dari segi ukuran, bentuk dan komposisi kimiawinya.

Bentuk virus secara jelas adalah sebagai berikut (Irwan, 2016):

1. Bentuk tubuh bulat dimiliki oleh virus-virus penyebab penyakit AIDS, ebola, dan influenza;
2. Bentuk tubuh oval dimiliki oleh virus penyebab penyakit rabies;
3. Bentuk tubuh batang dimiliki oleh virus TMV (Tobacco Mosaik Virus);
4. Bentuk tubuh polihidris dimiliki oleh virus Adenovirus penyebab demam;

5. Bentuk tubuh huruf T pada bacteriophage, virus menyerang bakteri *E. coli*.

A. Peranan Virus Menguntungkan Bagi Kehidupan Manusia

Sebagian besar virus merugikan karena cara hidupnya bersifat parasit intraseluler obligat pada sel hidup. Namun demikian, beberapa jenis virus dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Berikut ini beberapa manfaat virus bagi manusia.

1. Penggunaan Virus

Ingatlah kembali daur hidup virus pada fase lisogenik, pada daur hidup lisogenik terjadi penggabungan materi genetik virus dan bakteri, sehingga virus akan mengandung gen bakteri. DNA merupakan materi genetik yang membawa sifat suatu makhluk hidup. Apabila DNA berubah, maka sifatnya juga akan berubah. Dengan demikian, virus yang menginfeksi bakteri pertama akan memiliki sifat dari bakteri tersebut. Selanjutnya, apabila menginfeksi bakteri kedua, maka akan memiliki sifat yang terdapat pada virus bakteri pertama sekaligus sifat bakteri yang kedua, dan demikian seterusnya. Peristiwa itu dapat dimanfaatkan untuk kegiatan-kegiatan sebagai berikut.

- a. Untuk membuat Antitoksin. Dalam hal ini, para ahli memanfaatkan dengan menggabungkan sifat-sifat DNA yang menguntungkan antara virus dan gen lain sehingga sifat yang menguntungkan tersebut akan dimiliki oleh bakteri yang diinfeksi. Contohnya DNA virus digabungkan dengan DNA manusia yang memiliki sifat antitoksin (pelawan racun/penyakit). Selanjutnya, virus tersebut diinfeksi dengan sel bakteri sehingga sel bakteri ini memiliki sifat gen manusia, yaitu memiliki sifat

antitoksin (Dang, 2021). Dengan demikian, bakteri yang semula tidak mempunyai sifat antitoksin sekarang sudah memiliki sifat antitoksin. Apabila bakteri tersebut membelah terus menerus, berarti setiap sel bakteri memiliki sifat antitoksin dan selanjutnya dapat diberikan pada manusia. Contohnya, toksoid tetanus, toksin ini dapat disuntik pada manusia untuk mencegah penyakit tetanus. Toksin ini biasanya diberikan pada ibu hamil dan calon pengantin. Adapun bagi penderita tetanus akan diberikan ATS (Anti Tetanus Serum).

b. Untuk melemahkan bakteri. Dalam hal ini, apabila virus yang menginfeksi bakteri bersifat pathogen, maka DNA virus yang masuk akan merusak DNA bakteri sehingga bakteri tersebut menjadi tidak berbahaya karena sifat patogennya telah rusak (Setiart & Karo, 2021). Contohnya, bakteri difteri yang berbahaya akan berubah sifatnya jika di dalamnya tersambung oleh virus profage.

c. Untuk memproduksi vaksin. Dalam hal ini, kita tentu pernah mendapatkan vaksin untuk mencegah terserangnya tubuh dari beberapa jenis penyakit. Vaksin digunakan manusia untuk memperoleh kekebalan tubuh/ antibodi. Vaksin sebenarnya merupakan bibit penyakit yang telah dilemahkan dan apabila menyerang manusia tidak akan berbahaya lagi (Hulu, et al., 2020).

Untuk itulah diperlukan vaksin bagi tubuh telah memiliki kekebalan yang berasal dari antibody bagi penyakit tersebut. Contohnya, vaksin cacar, polio, dan campak. Metode pengobatan yang paling dianggap efektif adalah vaksinasi untuk merangsang kekebalan alami tubuh terhadap proses

infeksi, sedangkan penggunaan antibiotik diantisipasi untuk mengatasi gejala virus, yang sama sekali tidak mempunyai pengaruh terhadap kehidupan virus.

2. Efek Samping Virus

Efek samping penggunaan antibiotik adalah resistensi bakteri terhadap antibiotik. Untuk itu diperlukan pemeriksaan lebih lanjut apakah suatu penyakit disebabkan oleh bakteri atau virus (Hulu, et al., 2020). Di antara manfaat penting virus di atas juga ada keuntungan lainnya yaitu virus berperan sebagai vektor pada bidang rekayasa genetika. Virus dimanfaatkan dalam kloning gen, yaitu produksi DNA yang identic secara genetis, untuk dimanfaatkan bagi kepentingan manusia. Beberapa contoh jenis vaksin ini adalah:

- a. Virus yang digunakan untuk membuat hormon insulin, untuk menyembuhkan penyakit gula (diabetes melitus). Hal ini merupakan rekayasa yang berguna di bidang kedokteran.
- b. Virus yang bermanfaat untuk mengendalikan serangga yang dapat merusak tubuh tanaman. Sehingga bisa digunakan untuk membasmi hama dalam bidang pertanian. Virus tersebut dikembangbiakkan dan digunakan untuk menyemprot serangga atau tanaman, misalnya *Baculovirus*. Sejak tahun 1950, *Baculovirus* digunakan sebagai bioinsektisida yang tidak mencemari lingkungan.
- c. Virus untuk terapi gen. Terapi gen merupakan upaya perbaikan informasi genetik dengan memperbaiki susunan basa nitrogen pada untaian DNA di dalam gen. salah satu keberhasilan teknik ini adalah memperbaiki kelainan

genetic ADD (*adenosine deaminase deficiency*) yang menyebabkan seseorang tidak memiliki daya tahan tubuh karena tidak terdapatnya enzim AD (*adenosine deaminase*). Dalam teknik terapi gen, Retrovirus digunakan sebagai vektor untuk memasukkan gen pengkode enzim AD ke dalam sel limfosit T yang abnormal. Pembuatan vaksin protein. Selubung virus dapat digunakan sebagai protein khusus yang akan memacu terbentuknya respons kekebalan tubuh melawan suatu penyakit.

3. Pencegahan Virus Menggunakan Vaksin

Tindakan pencegahan terhadap serangan virus bisa dilakukan baik secara kuratif maupun secara preventif. Tindakan preventif adalah dengan memberikan suntikan vaksin, disebut vaksinasi. Vaksin adalah suatu zat yang mengandung mikroorganisme patogen (penyebab penyakit) yang sudah dilemahkan. Pemberian vaksin tersebut dapat memberikan kekebalan secara aktif. Sedangkan tindakan kuratif adalah dengan memberikan obat pada penderita penyakit yang disebabkan oleh virus. Jadi, tindakan ini diambil setelah terjadi serangan virus. Saat ini telah ditemukan berbagai macam vaksin untuk mencegah penyakit akibat virus. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut (Wardani, et al., 2022):

- a. Vaksin cacar, digunakan untuk mencegah penyakit cacar;
- b. Vaksin polio, digunakan untuk mencegah penyakit polio;
- c. Vaksin campak, digunakan untuk mencegah penyakit campak;
- d. Vaksin hepatitis (A, B, dan C), digunakan untuk mencegah penyakit hepatitis;
- e. Vaksin rabies, digunakan untuk mencegah penyakit rabies;

- f. Vaksin influenza, digunakan untuk mencegah penyakit influenza.

B. Peranan Virus Merugikan Dalam Kehidupan Manusia

1. Penyakit pada Manusia

Beberapa penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus, antara lain gondongan, herpes, cacar, cacar air varisela-zoster, hepatitis, influenza, parainfluenza, campak (morbili), AIDS, poliomielitis, tumor, kanker, karsinoma, kutil, demam berdarah, chikungunya, flu burung, dan SARS.

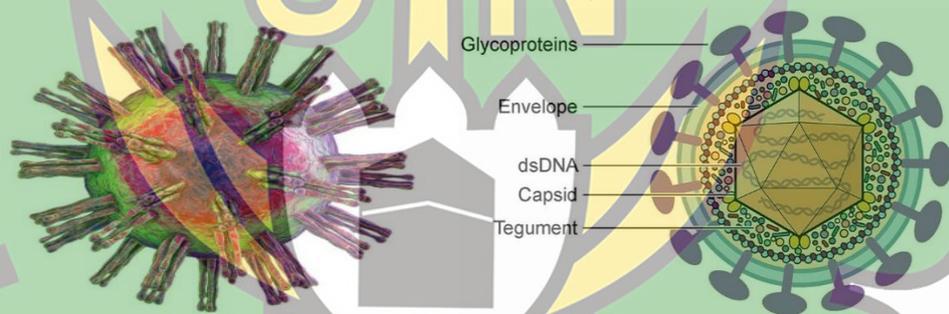
- a. Gondonga merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh *Paramyxovirus* yang dapat hidup di jaringan otak, selaput otak, pankreas, testis, kelenjar parotid dan radang di hati (kurniasari, 2018). Penyakit gondongan ditandai dengan pembengkakan di kelenjar parotid pada leher di bawah daun telinga. Penularannya terjadi melalui kontak langsung dengan penderita melalui ludah, urin, dan muntahan.



Gambar 2. *Paramyxovirus* (Administrator, 2021).

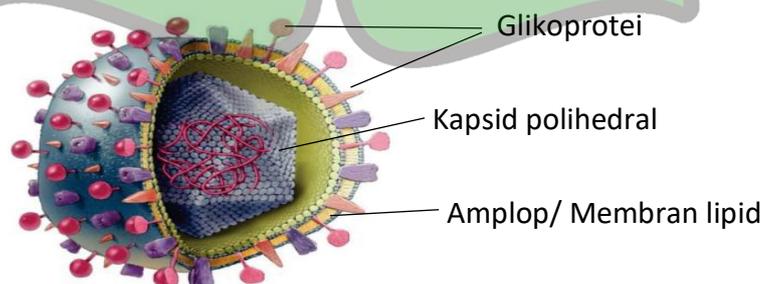
- b. Herpes simplex merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh virus anggota suku *Herpesviridae* yang menyerang kulit dan selaput lender (Wahyuni, 2021). Virus ini dapat menyerang bayi, anak-anak, dan orang

dewasaa. Penyakit ini biasanya menyerang mata, bibir, mulut, kulit, alat kelamin, dan kadang-kadang otak. Infeksi pertama biasanya setempat dan cenderung hilang timbul. Virus masuk ke dalam tubuh melalui luka kecil. Pada bayi, virus sering ditularkan pada saat dilahirkan. Selain itu, virus ini juga ditularkan melalui hubungan seksual. Kecuali pada mata dan otak, gejala utama penyakit adalah timbul gelembung-gelembung kecil. Gelembung tersebut sangat mudah pecah. Infeksi pada alat kelamin diduga merupakan salah satu faktor penyebab tumor ganas di daerah genitalia tersebut.



Gambar 3. Virus *Herpesviridae* (Breindl, 2021)

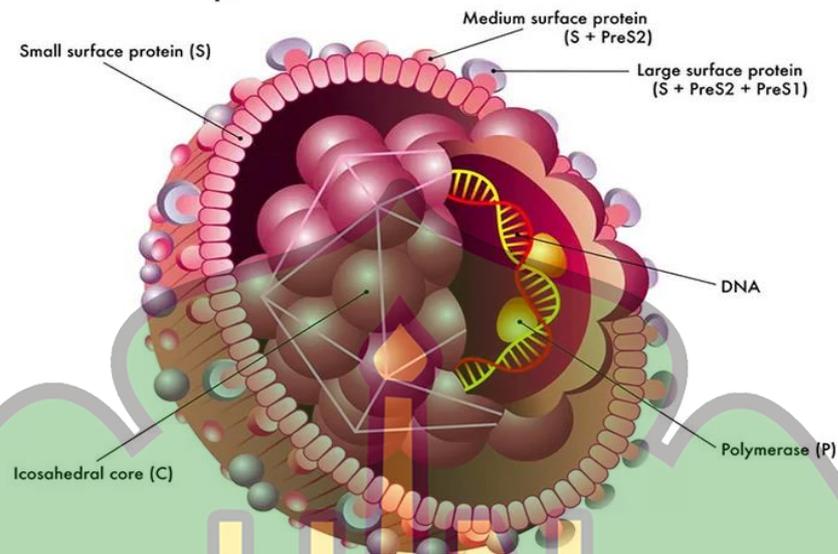
- c. Cacar air merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh virus *Varicella-Zoster* (Achmadi, 2008). Virus ini mempunyai DNA ganda dan menyerang sel diploid manusia.



Gambar 4. Virus *Varicella-Zoster* (Clyde & Day, 2017)

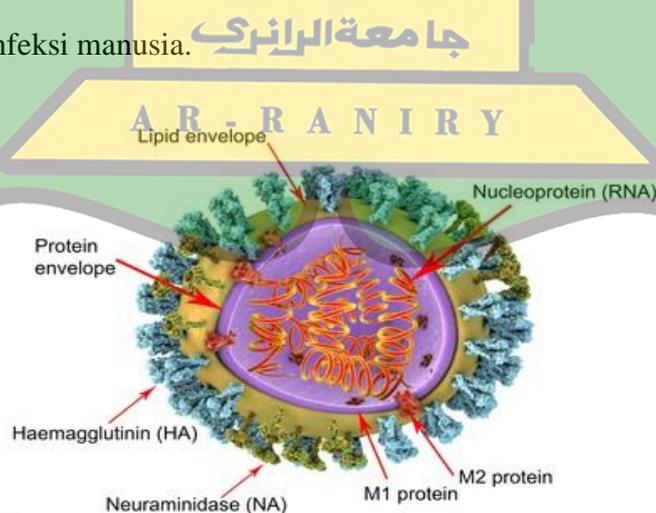
Cacar air adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus yang menyebabkan rasa gatal di kulit dan biasanya ditandai dengan munculnya bitnik merah berisi cairan. Penyakit ini merupakan penyakit yang sangat mudah penularannya. Penyakit ini sangat mudah menular kepada orang yang belum pernah terkena penyakit ini dan belum divaksinasi. Pada umumnya, sebelum adanya vaksinasi cacar air hampir semua orang pernah mengalami penyakit ini sebelum umur 18 tahun. Bagi orang dewasa, gejala cacar air biasanya lebih berat dibandingkan biasanya. Mungkin juga pada beberapa kasus tertentu penyakit ini bisa mengakibatkan komplikasi yang serius.

- d. Pembengkakan hati merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh virus *Hepatitis*. Ada 3 macam virus *Hepatitis* yaitu *Hepatitis A*, *B*, dan *C* (non-A & non-B). Gejalanya adalah demam, mual, muntah, serta perubahan warna kulit dan selaput lendir menjadi kuning. Virus hepatitis A cenderung menimbulkan pembengkakan hati akut, sedangkan virus hepatitis B cenderung menimbulkan pembengkakan hati kronis. Penderita hepatitis B mempunyai resiko menderita kanker hati. Penyakit ini dapat menular melalui minuman yang terkontaminasi, transfusi darah, dan penggunaan jarum suntik yang tidak steril (Agustina, 2022).



Gambar 5. *Hepatitis B Virus* (Pamela & Church, 2019)

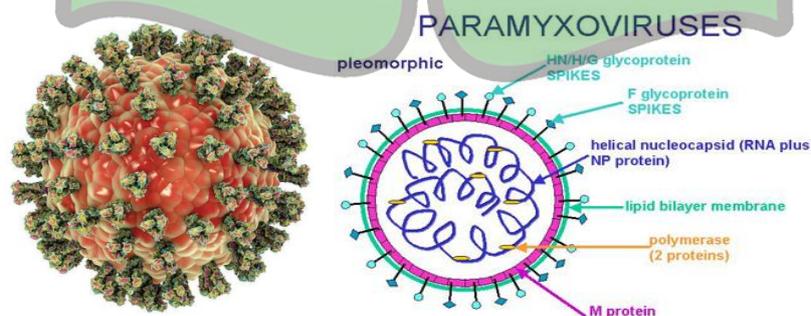
- e. Influenza merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh *Orthomyxovirus* yang berbentuk seperti bola (Achmadi, 2008). Virus influenza ditularkan lewat udara dan masuk ke tubuh manusia melalui alat pernafasan. Virus influenza pada umumnya menyerang hanya pada sistem pernafasan. Terdapat tiga tipe serologi virus influenza, yaitu tipe A, B, dan C. Tipe A dapat menginfeksi manusia dan hewan, sedangkan B dan C hanya menginfeksi manusia.



Gambar 6. *Orthomyxovirus* (Madhusoodanan, 2019)

Gejala influenza adalah demam, sakit kepala, pegal linu otot, dan kehilangan nafsu makan. Orang yang terserang influenza biasanya akan sembuh dalam 3 sampai 7 hari. Penanggulangan virus ini telah diusahakan oleh beberapa ahli dengan pembuatan vaksin. Pendekatan terbaru adalah dengan pemakaian mutan virus hidup yang dilemahkan untuk mendorong agar respon kekebalan tubuh meningkat. Pencegahan terhadap penyakit influenza adalah dengan menjaga daya tahan tubuh dan menghindari kontak dengan penderita influenza.

- f. Campak merupakan jenis penyakit yang disebabkan oleh *Paramyxovirus* yang tidak mengandung enzim neuraminidase (Achmadi, 2008). Masa inkubasi virus ini 7-11 hari dengan gejala campak adalah demam tinggi, batuk dan rasa nyeri di seluruh tubuh. Di awal masa inkubasi, virus berlipat ganda di saluran pernapasan atas. Di akhir masa inkubasi, virus menuju darah dan beredar ke seluruh bagian tubuh, terutama kulit. Penyakit campak dapat menular, namun satu kali infeksi dapat memberikan kekebalan seumur hidup. Campak bersifat endemik dan kira-kira akan berulang setiap 2-3 tahun. Pencegahannya dilakukan dengan cara pemberian vaksin.

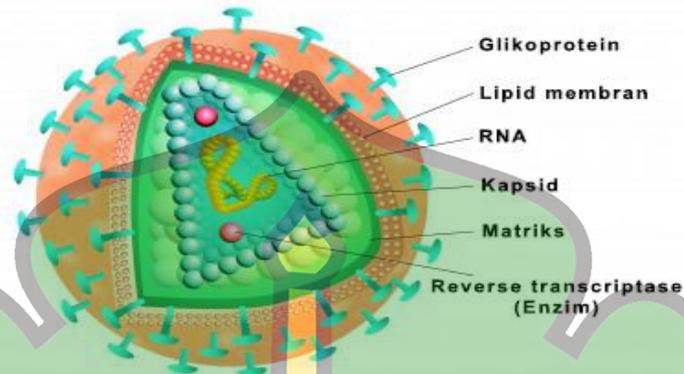


Gambar 7. *Paramyxovirus* (Achmadi, 2008)

g. AIDS (*acquired immunodeficiency syndrome*), merupakan penyakit hilangnya sistem kekebalan tubuh. Penyakit AIDS dilaporkan pertama kali sampai di Amerika pada tahun 1981, sedangkan isolasi virus dilakukan pada akhir tahun 1983. Penyakit ini disebabkan oleh HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) dari genus *Lentivirus*, famili *Retroviridae*, subfamili *Lentivirinae* yang menyerang sel limfosit T CD4. Perjalanan infeksi virus HIV sangat khas, yaitu memerlukan waktu yang cukup lama (sekitar 10 tahun), mulai dari stadium infeksi primer, penyebaran virus ke organ limfoid, masa laten klinik, dan kematian.

Kematian biasanya terjadi setelah 2 tahun setelah timbul penyakit klinik, ditandai dengan tidak adanya respon imun terhadap semua infeksi patogen. Gejala yang dapat dilihat, antara lain diare kronis, penurunan berat badan, rasa lelah, demam, sesak napas, dan bercak putih pada lidah. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seksual dengan penderita AIDS atau yang positif HIV, penggunaan jarum suntik bekas oleh pengguna narkoba, transfusi darah yang tercemar HIV, dan ibu positif HIV yang menularkan kepala bayi yang dikandungnya.

Struktur Virus HIV (Human Immunodeficiency Virus)



Gambar 8. *Human Immunodeficiency Virus* (Bose, 2022)

AIDS tidak menular melalui sentuhan biasa, misalnya berjabat tangan dengan penderita, persinggungan kulit, gigitan nyamuk, mencoba pakaian di toko, penggunaan toilet bersama, memegang alat minum atau gagang telpon, berenang di kolam renang umum, udara terbuka, dan makanan. Pada umumnya AIDS di derita oleh kaum homoseksual, pemakai narkoba jenis suntik, pasien yang sering menerima transfusi darah, pelaku seks bebas yang sering berganti pasangan, dan anak-anak yang dilahirkan dari wanita positif HIV.

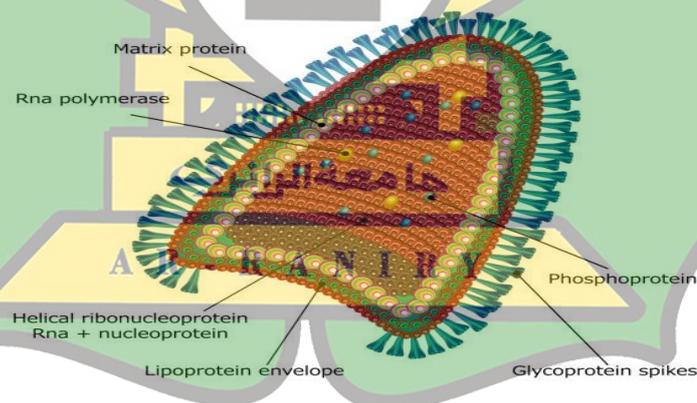
- h. Tumor, Kanker, Karsinoma, dan Kutil adalah jaringan yang terbentuk dari sel-sel dengan kecepatan pembelahan melebihi batas normal. Tumor ganas disebut kanker. Karsinoma adalah kanker pada jaringan lunak, misalnya pada membran. Kutil merupakan tumor jinak pada sel epitel kulit atau membran mukosa.
- i. Demam berdarah ditandai gejala tubuh menggigil dan sakit kepala. Rasa sakit segera timbul, khususnya pada punggung, sendi, otot, dan bola mata.

Suhu badan kembali normal setelah 5 – 6 hari dan meningkat kembali sekitar 5 – 8 hari kemudian. Bercak-bercak merah akan timbul dan berlangsung selama 24 – 72 jam. Kadar trombosit dalam darah akan menurun dan kondisi paling parah adalah terjadinya pendarahan yang menyebabkan kematian. Demam berdarah merupakan penyakit epidemi (wabah) di Filipina, India, dan Indonesia dengan angka kematian 5 – 10 %. Demam berdarah disebabkan oleh virus dengue (Flavivirus) melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Penyakit pada Hewan

Adapun beberapa penyakit pada hewan yang disebabkan oleh virus, meliputi:

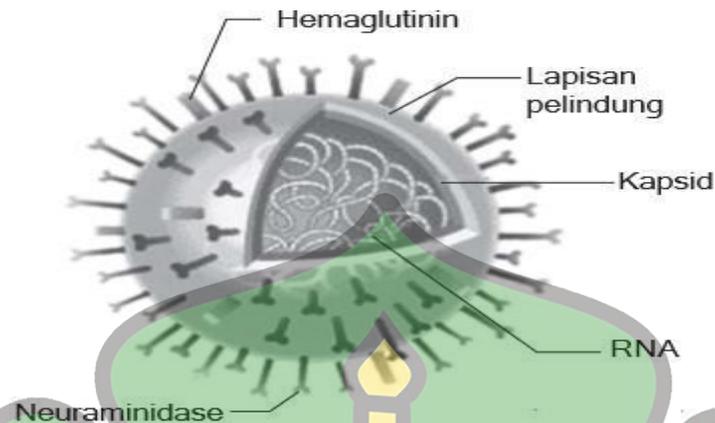
- a. Rabies adalah penyakit yang disebabkan oleh *Rhabdovirus*. Rabies merupakan infeksi akut pada susunan saraf pusat hewan dan dapat menular ke manusia melalui gigitan atau air liur hewan penderita seperti anjing, kucing, kelinci.



Gambar 9. *Rhabdovirus* (iStock, 2024)

- b. Penyakit mulut dan kuku adalah penyakit yang menyerang ternak, seperti sapi, kambing, kerbau, babi, domba, dan hewan berkuku belah lainnya seperti gajah. Penyakit kuku dan mulut disebabkan oleh *Aphthovirus* dari famili Picornaviridae.

- c. Tetelo (*parrot fever*) atau NCD (*New Castle Disease*) yaitu penyakit pada unggas (misalnya ayam atau itik), dengan gejala diare, batuk-batuk, dan kehilangan keseimbangan sehingga tubuhnya berputar-putar dengan kepala tertekuk. Penyakit tetelo disebabkan oleh virus *New Castle Disease (NCD)*, dan mudah menular, serta menyebabkan kematian hewan ternak.
- d. Tumor adalah penyakit yang menyerang sel epitel kulit dan membran mukosa. Penyakit ini dapat diderita oleh hewan seperti ayam atau sapi. Pada ayam, tumor disebabkan oleh virus RSV (*Rous Sarcoma Virus*), sedangkan pada sapi disebabkan oleh *Bovine papillomavirus*.
- e. Penyakit flu burung atau avian influenza (AI) disebabkan oleh HPAIV (highly pathogenic avian influenza virus) yang pada awalnya hanya menyerang unggas. Namun, beberapa varian tertentu mengalami mutasi menjadi semakin ganas dan dapat menyerang babi dan manusia. Penyebab flu burung di Asia adalah kelompok virus Tipe A dengan subtipe (strain) H5N1 yang sangat ganas. Virus ini berukuran 90 – 120 nanometer dan termasuk family *Orthomyxoviridae*. Penularan virus dapat melalui udara dan feses unggas. Penularan melalui konsumsi daging belum terbukti, namun perlu diperhatikan cara pengolahannya. Pastikan daging yang di konsumsi benar-benar matang. Telur dengan cangkang yang kotor oleh feses dan lendir unggas terinfeksi perlu diwaspadai, karena kemungkinan tercemar oleh virus flu burung. Sebaiknya kita tidak mengonsumsi telur mentah atau setengah matang.



Gambar 10. Struktur Virus Influenza (Ruang Guru, 2020)

3. Penyakit pada Tumbuhan

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

- a. Tungro Virus yang berasal dari famili Caulimoviridae dapat menyerang tanaman padi yang menyebabkan sel-sel daun mati sehingga pertumbuhan terganggu dan kerdil. Penyebaran virus ini melalui perantara wereng coklat dan wereng hijau.
- b. Mosaik penyakit yang dapat terjadi pada daun tembakau, kacang tanah, papaya, cabai, tomat, dan kentang. Gejalanya adalah timbul bercak-bercak kuning pada daun. Penyebaran virus mosaik terjadi melalui perantara serangga.
- c. Penyakit TYLC (*tomato yellow leaf curl virus*) adalah virus yang menyebabkan daun tumbuhan tomat berwarna kuning dan menggulung sehingga menurunkan hasil panen.
- d. Virus CVPD (*Citrus Vein Phloem Degeneration*) menyebabkan penyakit degenerasi pada batang dan daun jeruk. Virus ini menyerang sistem pembuluh pengangkut floem pada tanaman jeruk.

C. Pencegahan dan Pengobatan Infeksi Virus

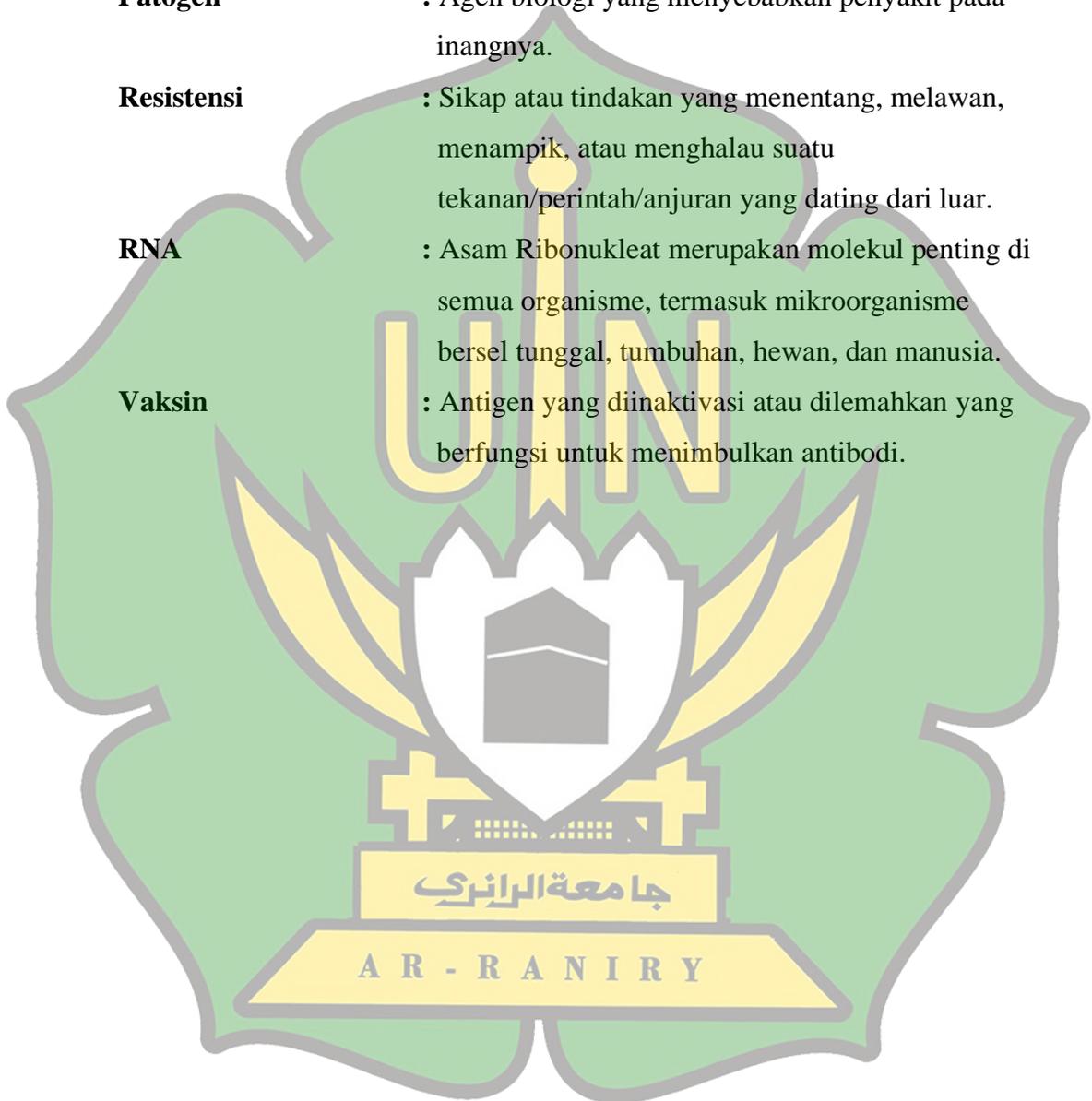
Hubungan antara infeksi virus dengan gejala penyakit yang ditimbulkannya serigkali kurang jelas. Beberapa virus menghancurkan sel inang dengan menghasilkan enzim hidrolitik. Ada yang menyebabkan sel inang memproduksi toksin yang menyebabkan gejala sakit. Ada pula virus yang memiliki toksin berupa selubung protein. Terkadang timbul gejala-gejala sementara yang mengirigi terjadinya infeksi virus, misalnya demam, gatal-gatal dan radang. Hal ini terjadi sebagai upaya tubuh untuk melawan infeksi tersebut. Pada dasarnya tubuh kita memiliki sisten imun. Namun sistem imun yang ada terkadang tidak mampu untuk melawan infeksi suatu jenis virus. Usaha pencegahan terhadap infeksi virus dapat dilakukan dengan cara pemberian vaksin, sedangkan pengobatannya dengan cara pemberian interferon dan kemoterapi antivirus.



GLOSARIUM

- Antibiotik** : Obat yang dipergunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri penyebab infeksi.
- Antibodi** : Zat kimia yang ada di aliran darah yang bekerja sebagai sistem imunitas tubuh.
- Antitoksin** : Sebuah antibodi dengan fungsi untuk menetralkan racun juga dapat membunuh mikroorganisme.
- Endemik** : Spesies organisme yang terbatas di suatu wilayah geografis tertentu.
- Enzim Hidrolitik** : Enzim yang mampu memecahkan molekul air sehingga ikatan kimia tersebut menjadi ikatan kimia yang sederhana.
- DNA** : Asam deoksiribonukleat merupakan molekul yang memuat seluruh instruksi genetik yang dibutuhkan oleh semua organisme dalam seluruh siklus hidup.
- Genetik** : Cabang ilmu biologi yang menerangkan penurunan sifat.
- Intraseluler obligat** : Bakteri yang tidak dapat bertahan hidup di luar sel inang.
- Identik** : Tidak berbeda sedikit pun.
- Kloning** : Teknik membuat keturunan dengan kode genetik yang sama dengan sel induknya tanpa proses pembuahan.
- Kronis** : Kondisi atau sifat penyakit yang telah lama terjadi.
- Metaorganisme** : Suatu bentuk peralihan antara benda mati atau memiliki sifat yang dapat dikristalkan dan makhluk hidup atau dapat berkembang biak.

- Mikroorganisme** : Makhluk yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan mikroskop.
- Patogen** : Agen biologi yang menyebabkan penyakit pada inangnya.
- Resistensi** : Sikap atau tindakan yang menentang, melawan, menampik, atau menghalau suatu tekanan/perintah/anjuran yang datang dari luar.
- RNA** : Asam Ribonukleat merupakan molekul penting di semua organisme, termasuk mikroorganisme bersel tunggal, tumbuhan, hewan, dan manusia.
- Vaksin** : Antigen yang diinaktivasi atau dilemahkan yang berfungsi untuk menimbulkan antibodi.



DAFTAR PUSTAKA

- Akmal. (2022). *Virus dan Peranannya: Materi Ajar IPA Biologi Fase E, Kelas X*. Magelang: Akmal's Library. hlm. 5-51.
- Mat, Hasriadi. (2006). *Virologi Tumbuhan*. Yogyakarta: KANISIUS. hlm. 22-23.
- Hartanti, Agnes Sri. (2012). *Dasar-Dasar Biologi Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika. hlm. 50.
- Pitriana, Pipit Pitriana. Diah Rahmati. (2008). *Bio Expo, Menjelajah Alm dengan Biologi*. Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari. hlm. 29-32.
- Ristanto, Erang. (2015). *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: ANDI. hlm.47-49.
- Yuwono, Tribowo. (2005). *Biologi Molokuler*. Jakarta: Erlangga. hlm. 16.



**BIODATA ALUMNI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**



A. Identitas Mahasiswa

1. Nama Lengkap : Zahratun Raihan
2. NIM : 190207036
3. Tempat/Tanggal Lahir : Campli Usi, 10 Mei 2001
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Anak ke : 1
6. Golongan Darah : A
7. Alamat Sekarang : Jeulingke, Syiah Kuala, Banda Aceh.
8. Telepon/HP : 082217925497
9. Email : zahratunraiha@gmail.com
10. Daerah Asal : Campli Usi, Mutiara Timur, Pidie.
11. Riwayat Pendidikan :

Jenjang	Nama/Asal Sekolah	Tahun Masuk	Tahun Lulus	Jurusan
TK	TK Darul Iman	2006	2007	
SD/MI	SD N Tgk. Dibayu	2007	2012	
SMP/MTs	SMP N 1 Mutiara	2013	2016	
SMA/MA	SMA N 1 Mutiara	2016	2019	IPA

12. Penasehat Akademik : Eriawati, S. Pd.I., M. Pd
13. Tahun Selesai : 2024
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning (PjBL)* Pada Materi Virus
14. Sumber Dana Kuliah : Orang Tua
15. Jenis Beasiswa yang Pernah Diterima : Beasiswa Bidikmisi
16. Aktivitas Saat Kuliah (Selain Kuliah) : Mengajar TPA
17. Hobby : Menonton, Menjahit.
18. Motto : Di Setiap Kesulitan Pasti Ada Kemudahan
19. Bahasa yang dikuasai : -

B. Identitas Orang Tua/Wali**1. Nama Orang Tua**

- a. Ayah : Iskandar
- b. Ibu : Syaukiah
- c. Alamat Lengkap : Campli Usi, Mutiara Timur, Pidie
- d. Telepon/HP : 082363745759

2. Pekerjaan Orang Tua

- a. Ayah : Petani
- b. Ibu : Ibu Rumah Tangga

3. Jumlah Tanggungan : 4**4. Identitas Wali**

- a. Nama Wali : Amruna
- b. Pekerjaan Wali : Petani
- c. Telepon/HP : 085277138260

