

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS MODEL
PjBL-RAHMA PADA MATERI VIRUS DAN BAKTERI
FASE E SMA/MA**



**FADHILAH AFIFAH
NIM. 21031069/2021**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS MODEL
PjBL-RAHMA PADA MATERI VIRUS DAN BAKTERI
FASE E SMA/MA**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan*



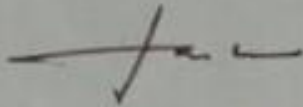
**Oleh:
FADHILAH AFIFAH
NIM. 21031069/2021**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

PERSETUJUAN SKRIPSI

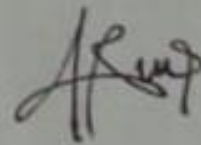
Judul : Pengembangan Modul Ajar Berbasis Model *PjBL-RAHMA*
pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA
Nama : Fadhilah Afifah
NIM/TM : 21031069/2021
Program Studi : Pendidikan Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP. 19750815 2006 04 2001

Padang, 02 November 2025
Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



Dr. Rahmawati, D., M.Pd
NIP. 19860706 20081 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

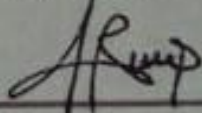
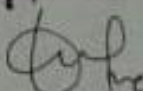
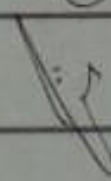
Nama : Fadhilah Afifah
NIM/TM : 21031069/2021
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS MODEL *PjBL-RAHMA* PADA MATERI VIRUS DAN BAKTERI FASE E SMA/MA

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Biologi, Departemen Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 06 November 2025

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Rahmawati, D., M.Pd.	
Anggota	: Dr. Muhyiatul Fadilah, S.Si., M.Pd.	
Anggota	: Dr. Fitri Arsih, S. Si., M.Pd.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhilah Afifah

NIM/TM : 21031069/2021

Departemen : Biologi

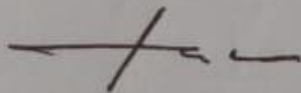
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya yang berjudul **“Pengembangan Modul Ajar Berbasis Model *PjBL-RAHMA* pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA”** adalah benar merupakan hasil karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya, pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 6 November 2025

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP.197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Fadhilah Afifah
NIM. 21031069

ABSTRAK

Fadhilah Afifah: Pengembangan Modul Ajar Berbasis Model *PjBL-RAHMA* pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA

Berdasarkan hasil observasi ditemukan permasalahan yaitu belum tersedianya modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA di SMA Negeri 1 Nan Sabaris. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan menyediakan perangkat ajar berupa modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan guru dan murid terhadap pembelajaran berbasis proyek. Model *PjBL-RAHMA* dikembangkan untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek yang sesuai dengan prinsip memahami, mengaplikasi dan merefleksi pada Kurikulum Merdeka dengan pendekatan pembelajaran mendalam.

Penelitian ini menggunakan jenis model *4D* (*define, design, develop, disseminate*) yang dimodifikasi hanya sampai tahap *develop*. Objek dalam penelitian ini yaitu modul ajar model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA. Subjek dalam penelitian ini terdiri atas empat orang yaitu tiga orang validator yang terdiri atas dua orang dosen Departemen Biologi FMIPA UNP dan satu orang guru mata pelajaran biologi SMA Negeri 1 Nan Sabaris serta satu orang guru mata pelajaran biologi SMA Negeri 1 Nan Sabaris sebagai responden uji keterbacaan. Instrumen penelitian berupa lembar wawancara guru, angket kebutuhan murid, lembar validitas, dan angket uji keterbacaan. Data penelitian ini dianalisis secara kualitatif, kuantitatif dan deskriptif.

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dihasilkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* dengan memperoleh nilai validitas rata-rata 96.1% (sangat valid). Hasil uji keterbacaan oleh guru memperoleh rata-rata skor 94.34% (sangat terbaca). Dengan demikian, dapat disimpulkan dari hasil validasi dan uji keterbacaan bahwa telah dihasilkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA yang memenuhi kriteria sangat valid dan keterbacaan yang sangat baik.

Kata kunci: Modul Ajar, *PjBL-RAHMA*, Virus, Bakteri

ABSTRAK

Fadhilah Afifah: Development of a PjBL-RAHMA Based Teaching Module on Virus and Bacteria Material for Phase E in Senior High School

Based on the results of the preliminary observation, it was found that there was no PjBL-RAHMA-based teaching module available for the virus and bacteria material for Phase E at SMA Negeri 1 Nan Sabaris. Therefore, this study aims to develop a teaching module based on the PjBL-RAHMA model for virus and bacteria material in Phase E, designed to meet the needs of teachers and students in project-based learning. The PjBL-RAHMA model was developed to facilitate project-based learning aligned with the principles of understanding, applying, and reflecting in the Merdeka Curriculum through a deep-learning approach.

This study employed a modified 4D model (define, design, develop, disseminate), limited to the develop stage. The object of this research was the PjBL-RAHMA-based teaching module on virus and bacteria material for SMA/MA Phase E. The subjects consisted of four individuals: three validators—two lecturers from the Biology Department, FMIPA UNP, and one biology teacher from SMA Negeri 1 Nan Sabaris—and one biology teacher from SMA Negeri 1 Nan Sabaris as the readability test respondent. Research instruments included teacher interview sheets, student needs questionnaires, validity sheets, and readability questionnaires. Data were analyzed qualitatively, quantitatively, and descriptively.

Based on the results and discussion, the PjBL-RAHMA-based teaching module obtained an average validity score of 96.1% (very valid). The readability test conducted by the teacher resulted in an average score of 94.34% (high readability). Therefore, it can be concluded that the PjBL-RAHMA-based teaching module on virus and bacteria material for Phase E in SMA/MA meets the criteria of being highly valid and highly readable.

Keywords: Teaching Module, PjBL-RAHMA, Virus, Bacteria.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Model *PjBL-RAHMA* pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA". Shalawat beriring salam untuk Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Rahmawati, D. M.Pd. sebagai dosen pembimbing skripsi dan penasehat akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Muhyiatul Fadilah, S.Si, M.Pd. dan Ibu Dr. Fitri Arsih, S.Si, M.Pd. sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak/Ibu dosen dan staf Departemen Biologi yang telah membantu untuk kelancaran penulisan skripsi ini.
4. Kepala, Wakil Kepala, Majelis Guru, dan Staf Tata Usaha SMAN 1 Nan Sabaris yang telah memberikan kesempatan dalam melaksanakan penelitian.
5. Bapak dan Ibu guru SMAN 1 Nan Sabaris yang telah membantu untuk kelancaran penelitian penulis.

6. Kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta terima kasih atas segala kasih sayang serta dukungan secara moral dan materil yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing penulis selama ini.
7. Teman-teman dan sahabat penulis yang membantu secara moral dan dukungan selama ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan dorongan yang telah diberikan menjadi amal baik dan ditempatkan Allah SWT sebagai ibadah dan bernilai pahala di sisi Allah SWT. Penulis mohon maaf yang sedalam-dalamnya atas segala kekhilafan yang telah penulis perbuat. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dengan kerendahan hati penulis harapkan saran dan pendapat dari semua pihak untuk lebih menyempurnakan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan.

Padang, November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Perumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
G. Spesifikasi Produk.....	7
BAB II. TINJAUAN TEORITIS	9
A. Kajian Teori	9
B. Penelitian Relevan.....	21
C. Kerangka Konseptual	22
BAB III. METODE PENELITIAN	24
A. Jenis Penelitian.....	24
B. Definisi Istilah.....	24
C. Tempat dan Waktu Penelitian	26

D. Subjek dan Objek Penelitian	26
E. Data Penelitian	26
F. Instrumen Penelitian.....	27
G. Prosedur Pengembangan	27
H. Teknik Analisis Data.....	33
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
A. Hasil Penelitian.....	36
B. Pembahasan.....	58
BAB V. PENUTUP.....	68
A. Kesimpulan.....	68
B. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model <i>PjBL-RAHMA</i>	14
2. Kegiatan Pembelajaran Menggunakan Sintaks Model <i>PjBL RAHMA</i>	15
3. Indeks Nilai Validitas.....	34
4. Indeks Nilai Uji Keterbacaan.....	35
5. Analisis Metode Belajar Murid.....	38
6. Elemen Capaian Pembelajaran.....	39
7. Analisis Tujuan Pembelajaran pada Materi Virus dan Bakteri	41
8. Hasil Nilai Validasi Modul Ajar oleh Validator.....	48
9. Saran-Saran Validator dan Perbaikan Terhadap Modul Ajar.....	48
10. Hasil Penilaian Uji Keterbacaan oleh Guru.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Materi Virus.....	17
2. Bagan Materi Bakteri.....	18
3. Kerangka Konseptual Pembuatan Modul Ajar.....	23
4. Prosedur Pengembangan Modul Ajar.....	32
5. <i>Cover</i> Modul Ajar.....	43
6. Informasi Umum.....	44
7. Tujuan Pembelajaran	45
8. <i>Cover</i> LKM Awal.....	47
9. Tampilan <i>Cover</i> Modul Ajar	50
10. Tampilan Komponen Modul Ajar.....	51
11. Tampilan Informasi Umum Modul Ajar.....	52
12. Capain Pembelajaran	54
13. <i>Cover</i> LKM	55
14. Tampilan Wacana dalam LKM.....	56
15. Tampilan Wacana Proyek dalam LKM.....	57

LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kisi-Kisi Pedoman Wawancara Guru.....	75
2. Lembar Pedoman Wawancara	76
3. Hasil Wawancara Guru	81
4. Nila Harian Murid.....	90
5. Kisi-Kisi Lembar Angket Murid.....	94
6. Lembar Angket Murid	95
7. Hasil Analisis Lembar Angket Murid.....	107
8. Hasil Lembar Angket Murid	111
9. Modul Ajar Virus yang Digunakan di Sekolah.....	116
10. Modul Ajar Bakteri yang Digunakan di Sekolah.....	118
11. Kisi-Kisi Angket Validasi.....	120
12. Angket Validasi.....	121
13. Lembar Hasil Angket Validitas oleh Validator 1.....	126
14. Lembar Hasil Angket Validitas oleh Validator 2.....	131
15. Lembar Hasil Angket Validitas oleh Validator 3.....	136
16. Hasil Analisis Angket Validitas oleh Validator.....	141
17. Kisi-Kisi Angket Uji Keterbacaan	144
18. Angket Uji Keterbacaan	145
19. Lembar Hasil Angket Uji Keterbacaan.....	148
20. Hasil Analisis Angket Keterbacaan.....	151
21. Angket Validasi Instrument.....	153

22. Lembar Hasil Validasi Instrumen.....	156
23. Dokumentasi Penelitian.....	158
24. Surat Izin Penelitian Dinas Pendidikan.....	160

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan tidak lepas dari adanya kurikulum sebagai panduan dan instrumen dalam pembelajaran, kurikulum yang dikembangkan saat ini yaitu kurikulum Merdeka. Menurut Rahayu dkk. (2022), Kurikulum Merdeka bertujuan memberikan kebebasan bagi guru serta murid dalam mencapai kegiatan pembelajaran dan berfokus pada dasar materi yang diharapkan dapat mengembangkan kemampuan dan kreatifitas. Kurikulum Merdeka sejalan dengan pendekatan *Deep Learning* yang menekankan keterlibatan aktif murid dengan tiga konsep utama yaitu *mindful* (sadar penuh), *meaningful* (bermakna), dan *joyful* (menyenangkan) (Rosiyati, dkk., 2025). Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran yang relevan dengan konteks nyata dan memperhatikan aspek emosional murid.

Kegiatan pembelajaran membutuhkan perangkat ajar yang fleksibel, kontekstual, dan mampu mendorong keterlibatan aktif murid. Perangkat penting yang mendukung pelaksanaan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka adalah modul ajar yang menjadi panduan guru dalam menjalankan kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan modul ajar secara menyeluruh penting bagi guru agar pengalaman belajar murid menjadi lebih menyenangkan, interaktif, dan mampu memotivasi murid (Syaripudin, dkk., 2023).

Guru diberikan kebebasan dalam pengembangan modul ajar yang akan diberlakukan di sekolah sesuai dengan karakteristik dan konteks lingkungan

murid (Nugroho, dkk., 2023). Pendidikan biologi memiliki peranan penting membantu murid memahami konsep kehidupan dan kaitanya dengan lingkungan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2025), menetapkan Capai Pembelajaran (CP) Fase E, yaitu; murid memiliki kemampuan menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi pelestarian keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem. CP menuntut proses pembelajaran yang tidak hanya mengenali ciri, namun juga memahami peranan virus dan bakteri terhadap kehidupan.

Capaian pembelajaran akan optimal apabila dilakukan dengan proses pembelajaran yang berorientasi pada pembelajaran kontekstual. Menurut Riwu dkk. (2020), pembelajaran kontekstual mendorong murid menemukan hubungan antara materi yang dipelajari dengan situasi kehidupan nyata. Hal ini sejalan dengan pendapat Hamdani & Rahmawati (2021), menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih bermakna jika materi dikaitkan dengan aktivitas dan kebiasaan yang ada di lingkungan murid digunakan sebagai sumber belajar. Murid perlu dibimbing untuk menganalisis fenomena, menemukan permasalahan dan mencari solusi ilmiah yang relevan. Salah satu model pembelajaran yang tepat untuk mendekatkan murid dengan permasalahan kontekstual yaitu model pembelajaran berbasis proyek.

Pembelajaran berbasis proyek (*project based learning/ PjBL*) membantu murid berfokus pada proses, masalah yang perlu dihadapi, dan pembelajaran yang

memadukan pada konsep-konsep dari komponen pengetahuan, disiplin ilmu dan lapangan (Kristanti, dkk., 2017). Model *PjBL* bersifat *student centered* sehingga memungkinkan terjadi *sharing* pengetahuan antar murid dan pembelajaran menjadi lebih kolaboratif. Model *PjBL* menjadi salah satu model yang dapat diterapkan karena memungkinkan murid untuk mendapatkan pengalaman belajar secara mandiri melalui kebebasan untuk membangun pengetahuan melalui eksplorasi dan penelitian (Salsabila & Widiyono., 2024; Wulandari, dkk., 2023; Azzahra, dkk., 2024).

Berdasarkan hasil wawancara (Lampiran 3) dengan guru biologi di SMA Negeri 1 Nan Sabaris yang dilakukan tanggal 21 Desember 2024, ditemukan bahwa guru menghadapi tantangan dalam menarik perhatian murid terhadap materi yang dianggap sulit dan kompleks khususnya pada materi virus dan bakteri. Hal ini terlihat dari hasil belajar yang menunjukkan bahwa hanya sekitar 50% murid mampu menjawab soal dengan benar. Kesulitan murid memahami materi dapat terlihat dari hasil belajar murid pada asesmen sumatif materi virus (Lampiran 4).

Berdasarkan analisis wawancara guru, ditemukan penggunaan model pembelajaran yang sering digunakan pada kegiatan pembelajaran biologi di sekolah adalah *Discovery learning*, diskusi dan tanya jawab. Disamping itu guru mengharapkan adanya pengembangan keterampilan kreativitas dan kolaborasi murid, karena keterampilan tersebut sangat dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran.

Keterampilan kreativitas dapat diukur melalui empat indikator yaitu kemampuan berpikir kreatif dan inovatif, ekspresi ide dan penggunaan teknologi, keterampilan pemecahan masalah serta pengembangan keterampilan inovatif (Huda, dkk., 2025). Pembelajaran abad-21 mengarah pada masa pengetahuan (*knowledge age*) yang tidak hanya didominasi perpindahan ilmu, namun juga mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan kolaborasi (Arsih, dkk., 2022). Di sisi lain menurut Fidela dkk. (2024), keterampilan kreativitas murid dapat dikembangkan melalui model *PjBL* yang mencakup proses pemilihan topik, pemilihan pendekatan, pelaksanaan uji coba, penarikan kesimpulan dan mengkomunikasikan hasil.

Berdasarkan hasil observasi peneliti selama melaksanakan Praktik Lapangan Kependidikan (PLK) di SMA Negeri 1 Nan Sabaris, menunjukkan bahwa guru belum menerapkan pembelajaran berbasis proyek khususnya pada materi virus dan bakteri. Hal ini disebabkan belum tersedianya perangkat ajar maupun panduan pelaksanaan yang memadai. Menurut Himayatillah, dkk. (2024), modul ajar dengan model *PjBL* memuat sintaks yang mencakup tahap perencanaan sampai evaluasi, sehingga memastikan bahwa kegiatan pembelajaran terorganisir secara sistematis dan terarah sesuai dengan model yang diimplementasikan. Kondisi ini menunjukkan perlunya perangkat ajar yang dapat memandu guru dalam melaksanakan kegiatan proyek.

Berdasarkan analisis angket murid (Lampiran 7), sebagian besar murid kesulitan memahami materi biologi dan belum terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran karena beberapa materi dianggap terlalu rumit, bersifat hafalan dan

banyak istilah yang membingungkan. Analisis angket murid menunjukkan bahwa murid mengharapkan adanya bahan ajar yang menarik, interaktif, dan memuat petunjuk yang jelas mengenai tahapan kegiatan pembelajaran serta evaluasi penilaian yang dapat membantu murid menilai kemajuan belajar secara mandiri.

Model *PjBL-RAHMA* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif murid (Darussyamsu, dkk., 2024). Model *PjBL-RAHMA* memungkinkan dilaksanakannya pembelajaran dilakukan baik di dalam maupun di luar kelas secara mandiri melalui kelompok, sehingga memungkinkan meningkatkan partisipasi murid.

Model *PjBL-RAHMA* mengarahkan murid bekerja secara kelompok dengan mengikuti langkah-langkah: *recognize the problem* (mengenal permasalahan), *analyze the problem* (analisis masalah), *handle a project* (merancang proyek), *monitor the progress* (memantau kemajuan proyek) dan *assess the result* (menilai hasil dan menyimpulkan) (Darussyamsu, dkk., 2025). Penggunaan model *PjBL-RAHMA* memungkinkan pembelajaran berbasis proyek tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses pembelajaran yang dijalani murid. Berdasarkan langkah-langkah ini, murid diharapkan dapat terlibat aktif, kolaboratif dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

Berdasarkan latar belakang masalah, peneliti melakukan penelitian berjudul “Pengembangan Modul Ajar Model Berbasis Model *PjBL-RAHMA* pada Materi Virus dan Bakteri Fase E di SMA/MA”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Pemahaman murid pada pembelajaran biologi fase E materi virus dan bakteri masih rendah.
2. Peningkatan keterampilan kreativitas dan kolaborasi murid biologi fase E perlu dilakukan.
3. Modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* untuk fase E SMA/MA yang valid dan memiliki keterbacaan yang baik belum tersedia.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka peneliti membatasi masalah pada belum tersedianya modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA yang valid dan memiliki keterbacaan yang baik.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, serta batasan masalah maka rumusan masalah yang akan diteliti yaitu “Bagaimana mengembangkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA yang valid dan memiliki keterbacaan yang baik?”

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukan penelitian ini untuk menghasilkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus

dan bakteri fase E di SMA Negeri 1 Nan Sabaris yang valid dan memiliki keterbacaan yang baik.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, diperoleh manfaat penelitian sebagai berikut.

1. Bagi guru, diharapkan dapat menggunakan modul ajar berbasis *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA sebagai referensi dalam merancang melaksanakan kegiatan pembelajaran.
2. Bagi sekolah, diharapkan menjadi acuan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun rancangan pembelajaran kedepannya.
3. Bagi peneliti, sebagai bentuk penerapan ilmu dan pengembangan ilmu perngetahuan
4. Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan menjadi referensi atau rujukan dalam penelitian yang relevan selanjutnya.

G. Spesifikasi Produk

Penelitian ini menghasilkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA yang dikembangkan secara *hard copy*. Modul ajar yang dikembangkan memuat pembelajaran yang sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Kurikulum Merdeka berpendekatan mendalam, serta memuat langkah-langkah pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan kreativitas dan kolaborasi murid.

Modul ajar dikembangkan dengan penerapan model *PjBL-RAHMA*, yaitu model pembelajaran berbasis proyek yang mengarahkan murid untuk belajar melalui proses *recognize the problem, analyze the problem, handle a project*,

monitor the progress, dan *assess the result*. Sintaks model *PjBL-RAHMA* membantu murid tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mengaplikasikan dan merefleksikan pembelajaran melalui proyek yang bermakna dan kontekstual.

Modul ajar memuat beberapa komponen informasi yang mengacu pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2025), yang meliputi: identitas modul berisi informasi kesiapan murid, karakteristik materi, dan dimensi profil lulusan; desain pembelajaran yang mencakup capaian pembelajaran, tujuan, lintas disiplin ilmu, pemahaman bermakna, topik kontekstual, kerangka pembelajaran, serta digitalisasi; pengalaman belajar yang disusun berdasarkan sintaks model *PjBL-RAHMA* yang memiliki prinsip memahami, mengaplikasi dan merefleksi; serta asesmen yang meliputi asesmen diagnostik, formatif, dan sumatif lengkap dengan rubrik penilaian proyek. Modul ajar dilengkapi lampiran berupa Lembar Kerja Murid (LKM) dan bahan ajar yang mendukung proses pembelajaran.

Modul ajar dikembangkan menggunakan kertas A4, didesain menggunakan aplikasi *Microsoft Word* dan *Canva*. Modul ajar didesain menggunakan kombinasi font *Time New Roman*, *Book Antiqua* dan *Berlin Sans FB* ukuran 12pt-50pt dengan spasi 2. Secara keseluruhan didominasi dengan warna putih dan biru.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka yang dapat disimpulkan telah dihasilkan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SMA/MA yang memperoleh nilai validitas dan nilai uji keterbacaan sangat tinggi, sehingga dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E SA/MA layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal berikut ini.

1. Modul ajar dapat digunakan sebagai perangkat ajar mata pelajaran biologi fase E dalam proses pembelajaran.
2. Modul ajar dapat digunakan sebagai pedoman untuk membuat modul ajar lain.
3. Bagi peneliti lain diharapkan untuk dapat melakukan uji kepraktikalitasan modul ajar dan melanjutkan penelitian pada tahap penyebaran (*disseminate*) untuk mengetahui efektivitas modul ajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsih, F., Fadilah, M., & Alberida, H. (2024). Penguatan Kompetensi Profesional dan Pedagogik Guru MGMP Biologi dalam Mengembangkan Pembelajaran Inovatif untuk Mendukung Pemberdayaan Keterampilan Abad-21 Siswa. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 15(1), 6-12.
- Aulia, D., Hadiyanto, & Rusdinal. (2023). Analisis Kebijakan Kurikulum Merdeka Melalui Implementasi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila di Sekolah Dasar. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)* 11(1), 122–33.
- Awaliyah, W. and Fuadiyah, S. (2025). Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains pada Materi Biologi Sistem Regulasi Tumbuhan Kelas XI SMA. *Invention Journal Research and Education Studies*, 263-274.
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi : Literature Review. *Biodik* 10(2), 156–61.
- Darussyamsu, R., L, Lufri., Ahda, Y., Samsudin, S., & Kristiawan, M. (2025). The Use Of Innovative Project-Based Learning to Elevate Pre- Service Teachers ' Critical and Creative Thinking Skills Keywords. *International Journal of Education and Practice* 13(2), 405–30.
- Darussyamsu, R., Lufri, L., Ahda, Y., Alberida, H., Ambiyar, A., & Samsudin, S. (2024). The Effectiveness Of Project-Based Learning Model With Rahma Syntax To Improve Prospective Biology Teachers ' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 13(4), 688–99.
- Fajri, S., Ulaini, N., & Susantri, M. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka pada Pembelajaran Sejarah. *Kaganga: Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora* 6(2), 387–97.
- Fathurrohman. (2013). Kajian Pustaka PJBL. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689–99.
- Fatirul, A, N., & Walujo, D, A. (2021). *Metode Penelitian Pengembangan Bidang Pembelajaran: Edisi Khusus Mahasiswa Pendidikan dan Pendidik*. Tangerang Selatan: Pascal Book.
- Fidela, W., & Fadilah, M. (2024). Literature review: Penerapan Model *Project Based Learning (Pjbl)* untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 4(4), 1498-1511.
- Habibaturrohman, Z., Parno, P., & Fitriyah, I. (2022). Pengembangan Buku Ajar IPA Berbasis *PBL-STEM* dengan Asesmen Formatif untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas VII SMP pada Tema

- Pencemaran Lingkungan. *Briliant Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(4), 826.
- Hafidzhoh, K, A, M., Madani, N, N., Aulia, A., & Setiabudi, D. (2023). Belajar Bermakna (*Meaningful Learning*) pada Pembelajaran Tematik. *Student Scientific Creativity Journal (SSCJ)* 1(1).
- Hamdani, H., & Rahmawati, F. (2021). Hasil Uji Keterbacaan Modul 6M Berbasis Project Based Learning pada Peserta Didik di SMA Negeri 1 Brangrea. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* 9(2), 548.
- Hidayatullah, A., Mulyani, S., & Munir, S. (2022). Validitas Aspek Kebahasaan dan Keterbacaan dalam Pengembangan Bahan Ajar MKWU Bahasa Indonesia Berbasis Kearifan Lokal. GERAM (Gerakan Aktif Menulis), 10(1), 134-140.
- Himayatillah, H., Sudirman, H., & Angga, P. D. (2024). Penerapan Model *Project Based Learning (PjBL)* dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia Kelas IV di MI Darul Hikmah Darek. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 5(4), 826-833.
- Huda, N., Arsih, F., Selaras, G. H., & Rahmi, F. O. (2025). Pengaruh Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) dalam Penerapan Karakter dan Kreativitas Peserta Didik SMAS Adabiah 2 Padang: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 4137-4143.
- Husna, S., Arsih, F., Fuadiyah, S., & Rahmi, F. O. (2024). Biogenerasi. *Jurnal Pendidikan Biologi* 9(2), 1317–22.
- Kemendikbudristek. (2022). Buku Saku Penyusunan Perangkat Ajar.
- Kemendikdasmen. (2025). *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam: Menuju Pendidikan Bermutu untuk Semua*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Pembelajaran Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025). *Pembelajaran mendalam: Menuju pendidikan bermutu untuk semua*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kinasih, E. T., Rahmawati, Y., Pramudita, A., & Irvan, M. F. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran terhadap Permasalahan Bahasa Lisan dan Tulis di Sekolah Dasar. *EDUKATIF. Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(5), 5519-5528.
- Kristanti, Dyah, Y., Subiki, S., & Handayani, R.D. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning Model) pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika* 5(2), 122–28.
- Lestari, C, A, A., Lestari, A, D., & Magrifah, I. (2025). Peran Bahan Ajar, Media

dan Sumber Belajar: Kunci Sukses dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Mahasiswa FIAI-UI*

- Lestari, N, A, P., Kurniawati, L, K., Dewi, M, S, A., Hita, I, P, A, D., & Fatmawan, A, R. (2023). *Model-Model Pembelajaran untuk Kurikulum Merdeka di Era Society 5.0*. Nilacakra.
- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi: Jurnal pemikiran dan Pendidikan Islam* 5(2), 130–38.
- Mulyati, A. (2024). *Perencanaan Pembelajaran Bahasa Indonesia*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Nasution, S. (2009). *Metode Research (penelitian ilmiah)*.3(1), 33–41.
- Nisa, K. (2023). *Pengembangan Modul Ajar Biologi Materi Ekosistem dan Perubahan Lingkungan Berbasis Project Based Learning untuk Memberdayakan*.
- Nugroho, D. A., Fatimah, F., Ruchliyadi, D. A., Shaffira, M., & Ridha, M. K. (2023). Workshop Penyusunan Modul Ajar Kreatif Ala Guru Milenial Berbasis Kurikulum Mardeka. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 381-389.
- Purnawanto, A. T. (2022). Perencanaan Pembelajaran Bermakna dan Asesmen Kurikulum Merdeka. *Jurnal pedagogy*, 15(1), 75-94.
- Putri, Y, A., & Zulyusri, Z. (2022). “Meta-analisis Pengaruh Model *project based learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran Biologi.” *Bioeduca: Journal of Biology Education* 4(2), 1–11.
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, R, S., Hernawan, A, H., & Prihantini, P. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. *Jurnal Basicedu* 6(4), 6313–19.
- Rahima, R., Kaspul, K., & Putra, A, P. (2022). Validitas dan Keterbacaan Peserta Didik Kelas X SMA Terhadap Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Flip Html5 Konsep Protista. *Jurnal Pendidikan UNIGA* 16(1), 570.
- Rahmi, L. (2024). *Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) Materi Sel Fase F SMA*.
- Rengganis, A., Haruna, N, H., Sari, A, C., Sitopu, J, W., Brata, D, P, N., Gurning, K., Hasibuan, F, A., Chamidah, D., Karwanto, K., & Muharlisiani, L, T. (2022). *Penelitian dan pengembangan*. Yayasan Kita Menulis.
- Reski, A., Palittin, I., & Astutik, R. (2022). Pengembangan Video Pembelajaran Fisika Materi Usaha dan Energi Berbasis *Powerpoint*. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 10(2), 107-112.

- Riwu, A. A., & Harijono, H. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Melalui Pembelajaran Kontekstual Pada Mata Pelajaran Pengantar Survey Pemetaan Kelas X Teknik Geomatika Di Smk N 2 Kupang: Improvement Of Learning Outcomes Through Contextual Learning In Introduction To Mapping Survey Lesson Class X Geomatic Engineering In SMKN 2 Kupang. *BATAKARANG*, 1(1), 19-28.
- Rosiyati, D., Erviana, R., Fadilla, A. U., & Sholihah, U. (2025). Pendekatan *Deep Learning* dalam Kurikulum Merdeka. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 4(2), 131-143.
- Rusiadi, (2020). “Variasi Metode dan Media Pembelajaran Guru Pendidikan Agama Islam”. *Jurnal Alwatzikhoebillah: Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*. 6(2).
- Salsabila, J, H., & Widiyono, A. (2024). “Kontribusi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis.” *EduMa: Jurnal Pendidikan Matematika* 6(1), 2086–3918.
- Salsabila, J, H., Jannah, E., & Janda. (2023). “Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”. *Jurnal Literasi dan Pembelajaran Indonesia*.3(1).
- Sarwati, S., Asri, I. H., Yuliana, T., & Badaruddin, N. A. F. (2025). Pengembangan Modul Ajar Biologi Kelas XI Berbasis *Project Based Learning (PjBL)* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(1), 154-161.
- Selasmawati., & Lidyasari, A, T. (2023).“Model Pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Sekolah Dasar Guna Mendukung Pembelajaran Abad 21.”*Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 1165–70
- Slamet, F. A. (2022). Model Penelitian Pengembangan (R n D). *Malang: Institut Agama Islam Sunan Kalojogo Malang*.
- Sumardi, M. (2024). *Keterampilan Dasar Mengajar Dengan Paradigma Baru*. Deepublish.
- Surya, A, P., Relmasira, S., & Hardini, A, T, A. (2018). Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa Kelas III SDN Sidorejo Lor 1 Salatiga . *Jurnal Pesona Dasar* 6(1), 41–54.
- Susanti, A., Aminah, F., & Assadah, I M. (2024). Dampak Negatif Metode Pengajaran Monoton Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *PEDAGOGIK Jurnal Pendidikan dan Riset*. 2(2).
- Syaripudin, S., Witarsa, R., & Masrul, M. (2023). Analisis Implementasi

- Kurikulum Merdeka pada Guru-Guru Sekolah Dasar Negeri 6 Selatpanjang Selatan. *Journal of Education Research* 4(1), 178–84.
- Thiagarajan, S. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook.
- Umaroh, U., Novaliyosi, N., & Setiani, Y. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-Lkpd) Berbasis *Problem Based Learning (PBL)* untuk Memfasilitasi Kemampuan Penalaran Peserta Didik pada Materi Lingkaran. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 3(1), 61.
- Walangitan, M. N., Sumampouw, H. M., & Tengker, A. C. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Biologi melalui Pendekatan Kontekstual Berbantuan PowerPoint Interaktif: Studi pada Materi Sistem Pernapasan Manusia. *Pentagon: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(3), 13-26.
- Wati, R. Y., Ningrat, H. K., & Didik, L. A. (2021). Pembelajaran Fisika Berbasis CTL Melalui Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Materi Tata Surya. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 9(1), 40-49.
- Widana, I, D, K, K., Prakoso, B., Sukendro, A., Kurniadi, A., & Wilopo. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Widayati, A, R. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning (PjBL)* dan Keefektifannya Terhadap Sikap Peduli Lingkungan Pada Materi Perubahan Lingkungan. *Repos*.
- Widianti, A. and Sholihah, F. N. (2022). Pengembangan Soal Kuis Online Menggunakan Aplikasi Kahoot pada Materi Animalia di MA Al-Bairunny Jombang. *JoEMS (Journal of Education and Management Studies)*, 5(6), 16-25.
- Wulandari, W, Fuadiyah, S., Yogica, R., & Selaras, G, H. (2023). Validitas Modul Ajar Perubahan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Berbasis *Project Based Learning*. *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7(3), 21718–29.
- Yulianto, A., Fatchan, A., & Astina, I, K. (2017). Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis *Lesson Study* untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Siswa. (*Doctoral dissertation, State University of Malang*).
- Zubaidah, S. (2018). Keterampilan Abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Biologi* (June):1–25.
- Zunaidah, F, N., & Amin, M. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Bioteknologi Berdasarkan Kebutuhan dan Karakter Mahasiswa Universitas

Nusantara PGRI Kediri. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 2(1), 19–30.