

SKRIPSI

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA

Oleh:

**DESI RISMAWATI
NPM. 2201080009**



**Progam Studi Tadris Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
1447/2026 M**

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)

Oleh:

DESI RISMAWATI
NPM. 2201080009

Pembimbing: Dwi Kurnia Hayati, M.Pd

Program Studi Tadris Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
1447/2026 M**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.uin@metrouniv.ac.id

NOTA DINAS

Nomor : -
Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : Pengajuan Sidang Munaqasyah

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Universitas Islam Negeri (UIN) Jurai Siwo Lampung
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr Wb

Setelah kami mengadakan pemeriksaan dan bimbingan seperlunya, maka skripsi penelitian yang telah disusun oleh :

Nama : Desi Rismawati
NPM : 2201080009
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi : Tadris Biologi
Yang berjudul : PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT
BASED LEARNING* (PJBL) PADA MATERI
BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA

Sudah kami setuju dan dapat diajukan ke Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung untuk dimunaqasyahkan.

Demikian harapan kami dan atas perhatiannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Biologi

Asih Fitriana Dewi, M.Pd.
NIP. 19930330 201903 2 012

Metro, 04 Mei 2026
Dosen Pembimbing

Dwi Kurnia Hayati, M.Pd.
NIDN. 2007098805

PERSETUJUAN

Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
(PJBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA
Nama : Desi Rismawati
Npm : 2201080009
Progam Studi : Tadris Biologi
Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

DISETUJUI

Untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Jurai
Siwo Lampung

Metro, 05 Mei 2026



Dwi Kurnia Hayati, M.Pd
NIDN. 2007098805



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI Jember
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id; e-mail: tarbiyah.uin@metrouniv.ac.id

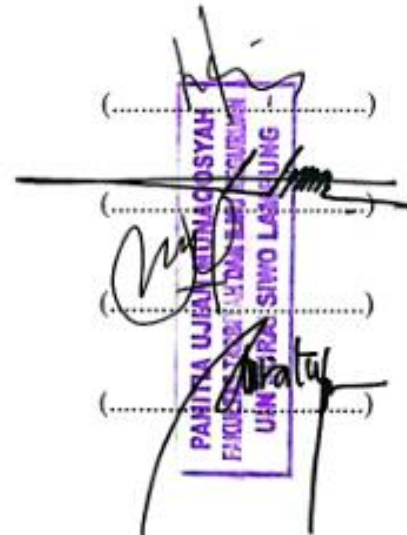
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

No: B - 2585 / Un. 36.1 / D / PP.00.9 / 06 / 2026

Skripsi dengan judul: PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA, disusun oleh: Desi Rismawati, NPM 2201080009, Program Studi: Tadris Biologi telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan pada hari/tanggal: Rabu 18 Mei 2026.

TIM PENGUJI

Penguji I : Dwi Kurnia Hayati, M.Pd.
Penguji II : Nasrul Hakim, M.Pd.
Penguji III : Tika Mayang Sari, M.Pd.
Penguji IV : Anisatu Z. Wakhidah, S.Si., M.Si.



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



Dr. Siti Annisah, M.Pd
NIP. 198006072003122003

ABSTRAK

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA

Oleh:

DESI RISMAWATI

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ketersediaan media pembelajaran interaktif pada materi bioteknologi yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam pembelajaran berbasis proyek masih terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan proses pembelajaran belum berlangsung secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul, serta menganalisis tingkat kepraktisan dan respons pengguna terhadap produk yang dihasilkan. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Hasil penilaian dari validator media dan validator materi menunjukkan e-modul yang dikembangkan memperoleh persentase akhir sebesar 88% dengan kategori “sangat layak” untuk digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil respon uji coba, penilaian guru memperoleh persentase sebesar 95% dan siswa sebesar 90,60% dengan kategori “sangat praktis”. Dari hasil tersebut, e-modul dinyatakan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Dengan demikian, e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi dinyatakan layak dan praktis digunakan dalam pembelajaran biologi kelas X SMA.

Kata kunci: e-modul, *Project Based Learning*, bioteknologi, model 4D.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A PROJECT-BASED LEARNING (PJBL)-BASED E-MODULE ON BIOTECHNOLOGY FOR GRADE X SENIOR HIGH SCHOOL (SMA/MA)

By:

DESI RISMAWATI

Based on the results of the needs analysis, the availability of interactive learning media on biotechnology topics that can facilitate students in project-based learning is still limited. This condition results in the learning process not being carried out optimally. This study aims to develop an e-module and to analyze its practicality level as well as users' responses toward the developed product. This research is a Research and Development (R&D) study using the 4D development model, which consists of the define, design, develop, and disseminate stages. The validation results from media and content experts show that the developed e-module obtained a final percentage of 88%, categorized as "very feasible" for use in learning. Based on the trial results, teacher responses reached 95% and student responses reached 90.60%, both categorized as "very practical." Therefore, the e-module is considered practical to be used in classroom learning. Thus, the Project-Based Learning (PjBL)-based e-module on biotechnology topics is declared feasible and practical for use in Grade X Biology learning in senior high school.

Keywords: e-module, Project Based Learning, biotechno logy, 4D model

HALAMAN ORISINILITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desi Rismawati
NPM : 2201080009
Program Studi : Tadris Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan asli hasil penelitian saya kecuali bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Metro, 05 Mei 2026
Yang menyatakan,



Desi Rismawati
NPM. 2201080009

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
(QS. Al-Baqarah [2]: 286)

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release."

- Taylor Swift, *NYU Commencement Speech* (2022) -

"It's okay to feel tired, uncertain, or even lost. What's important is to keep moving forward and give yourself the space to grow"

- Seventeen, *"Cheers to Youth" Lyrics* (2024) -

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, serta kemudahan yang diberikan sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Atas izin dan pertolongan-Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Tadris Biologi, UIN Jurai Siwo Lampung, guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd). Sebagai wujud syukur dan penghargaan atas setiap doa dan dukungan yang mengiringi perjalanan ini, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Untuk kedua orang tuaku tercinta, Bapak Muntolib dan Ibu Sumini, terima kasih penulis ucapkan kepada dua sosok luar biasa yang tidak sempat merasakan pendidikan tinggi, tetapi selalu berusaha memberikan pendidikan terbaik bagi kedua anaknya. Terima kasih atas doa yang selalu lebih dulu sampai, bahkan sebelum penulis sempat meminta. Terima kasih atas segala pengorbanan serta perjuangan yang telah diberikan demi memastikan penulis dapat terus melangkah hingga sampai pada tahap ini. Terima kasih telah bertahan dalam keadaan sesulit apa pun dan terus mengusahakan yang terbaik tanpa banyak mengeluh, serta selalu menjadi tempat pulang paling tenang bagi penulis. Terima kasih atas segala perhatian, doa, serta dukungan material yang selalu diberikan tanpa banyak tuntutan. Semua kasih sayang dan perjuangan yang diberikan menjadi kekuatan terbesar bagi penulis hingga skripsi ini akhirnya dapat benar-benar diselesaikan.

2. Kakaku yang menyebarkan (Wike Astuti) terima kasih atas dukungan yang sederhana namun berarti. Kehadiranmu menjadi bagian dari perjalanan ini dengan caramu sendiri.
3. Untuk para sahabatku tercinta, Aprilia Ayu Maharani, Astutik Aini, Habibah, Misbakhul Amanan M dan Nur Alim, terima kasih sudah jadi teman seperjalanan sejak awal semester hingga skripsi ini selesai. Kehadiran kalian membuat proses panjang ini tetap hangat, menyenangkan dan membuat penulis merasa tidak pernah sendiri hingga akhirnya sampai di garis akhir.
4. Sahabatku dari semasa SMA, Ira Duwiyanti, terima kasih sudah menjadi orang yang tahu hampir semua cerita di balik perjalanan ini. Meskipun sekarang kita ga bisa ketemu setiap hari, tapi rasanya tidak banyak yang berubah. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini, tetap menjadi pendengarku yang baik dari dulu sampai sekarang, tempat ku bercerita dan berbagi banyak hal.
5. Teman-teman kelas C 2022, penulis ucapkan terima kasih atas partisipasi, tawa, dan kerja sama selama kuliah hingga penyelesaian skripsi ini..
6. Teruntuk NCT, khususnya **7Dreamies** (Mark, Renjun, Jeno, Haechan, Jaemin, Chenle, dan Jisung), terima kasih telah menjadi salah satu sumber semangat selama proses penyusunan skripsi ini. Melalui karya dan hal-hal sederhana yang kalian bagikan, perjalanan yang terasa berat menjadi sedikit lebih ringan. Meskipun kalian mungkin tidak pernah tahu, kehadiran kalian melalui karya-karya tersebut telah menjadi bagian dari perjalanan ini.
7. Teruntuk member **Seventeen** (S.Coups, Jeonghan, Joshua, Jun, Hoshi, Wonwoo, Woozi, DK, Mingyu, The8, Seungkwan, Vernon, dan Dino), terima

kasih telah menciptakan ruang yang selalu terasa hangat melalui karya dan kebersamaan yang kalian bagikan. Di tengah perjalanan ini, kalian mengajarkanku bahwa tidak semua langkah harus terburu-buru. Terima kasih telah menjadi rumah kedua yang selalu bisa kutuju, meski hanya melalui sebuah lagu dan tawa.

8. Terakhir untuk diriku sendiri (Desi Rismawati), terima kasih atas semua usaha selama menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah mempercayai proses dan memilih untuk terus melangkah, meski berkali-kali merasa lelah dan ragu. Perjalanan panjang ini menjadi bukti bahwa diriku mampu belajar, bertahan, dan berkembang. Semoga pencapaian ini selalu menjadi pengingat bahwa setiap proses memiliki waktunya sendiri dan setiap usaha, sekecil apa pun, tidak pernah sia-sia.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, petunjuk, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Pada Materi Bioteknologi Untuk Kelas X SMA/MA.” Skripsi ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan tugas akademik serta sebagai upaya dalam mengatasi tantangan pembelajaran di sekolah, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas pendidikan.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

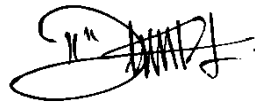
1. Ibu Prof. Dr. Ida Umami, M.Pd.Kons, Rektor UIN Jurai Siwo Lampung.
2. Ibu Dr. Siti Annisah, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Jurai Siwo Lampung beserta staf pimpinan dan dosen Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan.
3. Ibu Asih Fitriana Dewi, M.Pd., Ketua Program Studi Tadris Biologi UIN Jurai Siwo Lampung.
4. Ibu Dwi Kurnia Hayati, M.Pd., selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, serta arahan, kritik, dan saran yang sangat berperan penting dalam proses penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan lebih baik.
5. Kepala Sekolah, Guru Biologi dan staff di MAN 1 Metro yang sudah memberikan izin dan mendukung pelaksanaan penelitian skripsi ini.

6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.
7. Untuk almamater tercinta, UIN Jurai Siwo Lampung terima kasih atas ilmu, pengalaman, dan kesempatan yang telah diberikan. Semoga perjalanan ini menjadi bagian berharga dari cerita hidup penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya skripsi ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, setiap masukan dan kritik yang konstruktif diharapkan dapat meningkatkan kualitas penelitian ini. Dengan demikian, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Metro, 23 Januari 2025

Peneliti



Desi Rismawati
2201080009

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN NOTA DINAS.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
HALAMAN ORISINALITAS PENELITIAN.....	viii
HALAMAN MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Produk yang Dikembangkan.....	9
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	10
BAB II LANDASAN TEORI	12
A. Kajian Teori	12
1. Bahan Ajar	12
2. E-modul.....	15
3. Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i>	20
4. Materi Bioteknologi	26
B. Kajian Studi yang Relevan.....	37
C. Kerangka Pikir	40

BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Jenis Penelitian.....	42
B. Prosedur Pengembangan	43
C. Desain Uji Coba Produk	51
1. Desain Uji Coba	51
2. Subjek Uji Coba	51
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	52
E. Teknik Analisis Data.....	59
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	65
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	65
B. Hasil Validasi	75
C. Hasil Uji Coba Produk	87
D. Kajian Produk Akhir	98
E. Keterbatasan Penelitian	109
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	111
A. Simpulan Tentang Produk.....	111
B. Saran	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN.....	123
RIWAYAT HIDUP	175

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Kisi-kisi instrumen validasi ahli materi	55
Tabel 3.2 Kisi-kisi instrumen validasi ahli media.....	56
Tabel 3.3 Kisi-kisi instrumen respon guru.....	58
Tabel 3.4 Kisi-kisi instrumen respon peserta didik.....	58
Tabel 3.5 Skor penilaian	60
Tabel 3.6 Kategori penilaian untuk validasi ahli	61
Tabel 3.7 Skor penilaian	62
Tabel 3.8 Kategori penilaian untuk respon guru.....	63
Tabel 3.9 Kategori penilaian untuk respon siswa	64
Tabel 4.1 Gambaran tampilan isi e-modul.....	70
Tabel 4.2 Hasil validasi ahli media tahap pertama	75
Tabel 4.3 Hasil validasi ahli media tahap ke-dua	77
Tabel 4.4 Hasil validasi ahli materi tahap pertama	80
Tabel 4.5 Hasil validasi ahli materi tahap ke-dua	82
Tabel 4.6 Hasil revisi ahli materi tahap ke-tiga	84
Tabel 4.7 Hasil uji coba produk oleh guru.....	87
Tabel 4.8 Hasil uji coba produk oleh siswa	90
Tabel 4.9 Hasil revisi validasi ahli media	93
Tabel 4.10 Hasil revisi validasi ahli materi.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek	22
Gambar 2.2 Sejarah singkat perkembangan bioteknologi	28
Gambar 2.3 Contoh produk bioteknologi konvensional	31
Gambar 2.4 Contoh penerapan bioteknologi konvensional pada bidang pangan	34
Gambar 2.5 Bagan Kerangka Berpikir	41
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian Model 4-D	44
Gambar 4.1 Peta konsep materi bioteknologi	68
Gambar 4.2 Grafik hasil validasi ahli media.....	79
Gambar 4.3 Grafik hasil validasi ahli Materi.....	87
Gambar 4.4 Grafik hasil keseluruhan penilaian e-modul.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
1. Surat Izin Pra Survei.....	124
2. Surat Balasan Pra Survei	125
3. Surat Izin <i>Research</i>	126
4. Surat Balasan <i>Research</i>	127
5. Surat Tugas.....	128
6. Surat Bimbingan Skripsi	129
7. Keterangan Bebas Pustaka	130
8. Angket Analisis Kebutuhan Siswa	131
9. Angket Hasil Validasi Ahli Materi.....	140
10. Angket Hasil Validasi Ahli Media	153
11. Hasil Uji Coba Respon Guru.....	163
12. Hasil Uji Coba Respon Siswa	168
13. Buku Bimbingan Skripsi	171
14. Dokumentasi.....	172
15. Produk E-Modul	174

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan proses pengembangan potensi individu dengan meningkatkan pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan. Melalui pendidikan, setiap individu dibekali prinsip, wawasan, dan sudut pandang yang mendukung pengembangan potensi diri dan kontribusi positif bagi masyarakat. Pendidikan juga diharapkan mampu mendorong siswa beradaptasi dengan teknologi demi tercapainya tujuan pembelajaran.¹ Kemajuan IPTEK dalam bidang pendidikan meningkatkan mutu sumber daya manusia dalam pengembangan keterampilan pembelajaran.²

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong inovasi dalam pembelajaran. Di era digital saat ini, proses belajar mengajar dituntut untuk bertransformasi dari model konvensional menuju pendekatan yang lebih fleksibel, adaptif, dan terintegrasi dengan teknologi. Meskipun digitalisasi menawarkan berbagai kemudahan dalam proses belajar mengajar, implementasinya di lapangan masih belum optimal. Banyak guru yang belum terbiasa memanfaatkan media digital secara maksimal, terutama di sekolah-sekolah yang menghadapi keterbatasan infrastruktur serta minimnya pelatihan

¹ Siti Nurliana. Moha et al., "Pengembang E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Kelas X Di SMA Negeri 3 Gorontalo Utara," *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7, no. 4 (2024): 14980–89. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id>.

² Luthfi Ajeng Nurhasanah, "Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas VII SMP Melalui Model Flipped Classroom," *Maju* 8, no. 1 (2021): 425–41. <https://www.neliti.com/publications/505442/upayameningkatkankemampuan-pemahaman-konsep-matematis-siswa-kelas-viismp-mela>

teknologi.³ Di sisi lain, siswa masih kurang mandiri dalam belajar dan pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran belum optimal, sehingga pembelajaran belum berjalan efektif. Di era digital saat ini, peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan abad ke-21, yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta penguasaan teknologi informasi. Sejalan dengan itu, guru dituntut untuk terus melakukan inovasi dalam strategi pembelajaran maupun pengembangan bahan ajar yang digunakan dalam proses belajar mengajar.⁴

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara dengan guru, siswa mengalami kesulitan memahami materi karena media pembelajaran yang terbatas. Terutama materi yang berkaitan dengan konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Hasil angket analisis kebutuhan siswa juga menunjukkan 43,33% siswa merasa kesulitan memahami konsep bioteknologi. Diketahui juga bahwa 90% siswa menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan selama ini kurang membantu dalam memahami penerapan bioteknologi. Banyak siswa juga menyatakan kesulitan saat ingin mengulang materi di rumah karena keterbatasan bahan ajar. Selain itu, 50% siswa merasa pembelajaran menjadi kurang menarik ketika pembelajaran hanya berpusat pada guru. Hal ini juga diungkapkan oleh guru, bahwa siswa sering tampak mengantuk serta kurang menunjukkan antusiasme selama kegiatan belajar dan mengajar di kelas. Kondisi ini membuat siswa cenderung kurang tertarik

³ Nurlinda Rasman, "Tantangan Guru Dalam Pemanfaatan Teknologi Digital Dalam Pembelajaran Di Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Luwu Timur," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Palopo, 2025).

⁴ Dewi Purnama Sari, "Keterampilan Mengajar Guru Abad 21," *Analysis: Journal Of Education* 2, no. 2 (2024): 231–40. doi:10.65311/j.analysis.v2i2.612

belajar biologi, terutama pada materi yang bersifat aplikatif seperti bioteknologi yang membutuhkan penjelasan mendalam disertai contoh nyata dalam kehidupan.

Hasil dari angket analisis kebutuhan siswa, diketahui bahwa 50% siswa kelas X membutuhkan pembelajaran berbasis proyek dan diskusi. Hasil wawancara dengan guru juga menunjukkan bahwa siswa lebih antusias dan tertarik ketika mengikuti pembelajaran berbasis proyek. Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2024), e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) sangat cocok diterapkan dalam pembelajaran karena menawarkan berbagai keunggulan, terutama dalam meningkatkan hasil belajar siswa.⁵ *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa, di mana siswa dapat belajar secara mandiri maupun kolaboratif untuk menyelesaikan suatu proyek dan menghasilkan produk tertentu.⁶ Berdasarkan dari hasil analisis kebutuhan di MAN 1 Metro, peneliti berencana untuk mengembangkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk materi bioteknologi. Pengembangan e-modul sebagai bahan ajar dipilih untuk membantu mengatasi keterbatasan media pembelajaran yang ada.

Bahan ajar adalah berbagai hal yang dirancang dengan sistematis oleh guru untuk mendukung proses belajar yang sesuai dengan prinsip

⁵ Indah Mutiara Dewi dan Lenni Hamidah Siregar, "Pengembangan e-Modul Berbasis Project Based Learning dengan Menggunakan Kvisoft Flipbook Maker pada Materi Asam Basa," *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 2 (2024): 193–206, <https://doi.org/https://doi.org/10.36709/jpkim.v9i2.88>.

⁶ Damayanti, "Strategi Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)," *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora* 2, no. 2 (2023): 706–19, <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu>.

pembelajaran dan kurikulum yang berlaku.⁷ Bahan ajar berbasis teknologi mendukung pembelajaran dengan susunan format yang mencakup isi, dan metode tampilan yang menarik sehingga siswa tertarik untuk belajar.⁸ Bahan ajar terdiri dari sekumpulan materi yang dirancang sesuai dengan kebutuhan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Modul termasuk salah satu jenis bahan ajar cetak yang banyak digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran.⁹

Modul merupakan bahan ajar cetak yang isinya berupa ringkasan materi yang diuraikan dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa.¹⁰ Sejalan dengan kemajuan teknologi serta perubahan kurikulum yang terus berlangsung, dibutuhkan inovasi dalam bahan ajar. Penggunaan teknologi dan multimedia dalam penyajian bahan ajar akan terus berkembang dari waktu ke waktu. Sebagai contoh, e-modul adalah modul cetak yang dapat diubah menjadi modul elektronik atau digital.¹¹

E-modul merupakan bahan ajar mandiri yang disusun untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran tertentu. Berdasarkan penelitian

⁷ Arozatulo Bawamenewi, "Pengembangan Bahan Ajar Memprafrasekan Puisi 'Aku' Berdasarkan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)," *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 2, no. 2 (2019): 310–23, <https://doi.org/10.31004/jrpp.v2i2.631>.

⁸ Emilda Farkhiatul Manzil, Sukamti Sukamti, dan M. Anas Thohir, "Pengembangan E-Modul Interaktif Heyzine Flipbook Berbasis Scientific Materi Siklus Air Bagi Siswa Kelas V Sekolah Dasar," *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan* 31, no. 2 (2022): 112, <https://doi.org/10.17977/um009v31i22022p112>.

⁹ Chofifah Dwi Aprilia, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E-Modul Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas V MI Assalam Kota Batu," *Skripsi*. (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2024).

¹⁰ Rili Konita Zahara, "Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik," *Skripsi*. (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2021).

¹¹ Silvis dan Sunaryo Soenarto Oksa, "Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk Memotivasi Belajar Siswa Sekolah Kejuruan," *Jurnal Kependidikan* 4, no. 1 (2020): 99–111, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jk.v4i1.27280>.

sebelumnya, e-modul dinilai cocok dan efektif dalam mendukung pembelajaran, baik di sekolah maupun secara mandiri, karena memiliki sifat yang fleksibel.¹² E-modul disusun secara terstruktur ke dalam unit-unit pembelajaran yang lebih kecil dan disajikan dalam bentuk elektronik, sehingga dapat menarik minat belajar siswa. Pengorganisasian materi dalam e-modul mengacu pada penyusunan urutan materi pembelajaran yang disesuaikan dengan keterkaitan antara prosedur, konsep, fakta, dan prinsip yang akan disampaikan kepada siswa.¹³

E-modul dilengkapi dengan media interaktif seperti animasi, video, dan gambar yang dapat diputar ulang oleh siswa, membuatnya lebih unggul dibandingkan bahan ajar cetak. Hal inilah yang membuat modul elektronik lebih inovatif. E-modul bersifat *self-instructional* sehingga siswa dapat belajar mandiri tanpa bantuan orang lain. Selain itu, e-modul juga bersifat adaptif, fleksibel, dan dapat digunakan kapan pun dan di mana pun.¹⁴

Pembelajaran biologi mencakup berbagai konsep yang terkadang tidak mudah dipahami jika hanya disajikan melalui teks dan gambar statis. Oleh karena itu, e-modul berbasis *Project Based Learning* ini mendukung untuk

¹² Titi Iklina dan Muhyiatul Fadilah, "Validitas E-Modul Berbasis Project Based Learning (PJBL) tentang Materi Sistem Imun Kelas XI SMA untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik," *Journal on Teacher Education* 4, no. 1 (2022): 250–62. <https://doi.org/10.23971/r1kckj47>

¹³ Ainul Uyuni Taufik, Ummul Hasanah, dan Alamsyah, "Pengembangan E-Modul berbasis Website untuk Pengoptimalan Pembelajaran Daring pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan," *Al asma: Journal of Islamic Education* 6, no. 1 (2024): 39–56, <https://doi.org/10.24252/asma.v6i1.46855>.

¹⁴ Ririn Violadini dan Dea Mustika, "Pengembangan E-Modul Berbasis Metode Inkuiri Pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu* 5, no. 3 (2021): 1210–22, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.899>.

digunakan dalam pembelajaran biologi.¹⁵ Khususnya materi bioteknologi, pembelajaran menekankan pada pemahaman konsep serta penerapan proses biologis dalam menghasilkan produk yang bermanfaat bagi kehidupan. Menurut penelitian Masinah (2025), pembelajaran berbasis *Project Based Learning* pada materi bioteknologi dapat meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.¹⁶

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti memilih mengembangkan e-modul karena media ini dinilai praktis, bisa diakses kapan pun dan di mana pun, serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar mandiri. Pemilihan model *Project Based Learning* dilakukan berdasarkan kebutuhan siswa yang menginginkan proses pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna. Melalui model ini, peserta didik dapat terlibat secara langsung dalam kegiatan berbasis proyek sehingga pemahaman terhadap konsep menjadi lebih nyata dan konkret. Guru juga menyatakan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus menjadikan proses pembelajaran lebih menarik. Dengan demikian, e-modul berbasis PjBL diharapkan tidak hanya mempermudah pemahaman materi, tetapi juga meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa.

¹⁵ Titi Iklina dan Muhyiatul Fadilah, “Validitas E-Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) tentang Materi Sistem Imun Kelas XI SMA untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik,” *Journal on Teacher Education* 4, no. 1 (2022): 250–62. doi: 10.31004/jote.v4i1.6031

¹⁶ Siti Masinah dan Achmad Ali Fikri, “Pengembangan E-Bio : E-Modul Pembelajaran Biologi Materi Bioteknologi Terintegrasi Nilai Keislaman,” *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan* 5 (2025): 136–49. <https://doi.org/10.23971/r1kckj47>

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, berikut ini identifikasi masalah yang ditemukan:

1. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi karena minimnya media yang bisa menampilkan penjelasan konsep secara visual.
2. Kurangnya inovasi dalam bahan ajar.
3. Metode pembelajaran yang digunakan dalam menjelaskan materi belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan karakteristik siswa. Karena setiap siswa memiliki cara dan kecepatan yang berbeda dalam memahami materi.
4. Keterbatasan bahan ajar yang dapat memfasilitasi siswa dalam belajar secara mandiri di luar lingkungan sekolah, sehingga mereka kesulitan untuk mengulangi atau mendalami materi di rumah.
5. Analisis mengenai kebutuhan siswa menunjukkan bahwa mereka cenderung memilih pembelajaran yang berfokus pada proyek. Akan tetapi, model pembelajaran ini masih kurang umum diterapkan dalam pembelajaran di kelas.

C. Pembatasan Masalah

Berikut ini pembatasan masalah dalam penelitian, yaitu:

1. Mempertimbangkan keterbatasan waktu dan biaya yang dimiliki peneliti, ruang lingkup materi pada penelitian ini dibatasi hanya pada materi Bioteknologi. Materi lain di luar Bioteknologi tidak termasuk ke dalam e-modul yang dikembangkan.

2. E-Modul berbasis *flipbook* dalam penelitian pengembangan ini hanya bisa digunakan apabila terhubung ke jaringan internet. Jadi sangat penting untuk memiliki koneksi internet yang baik.
3. Subjek penelitian terbatas hanya pada siswa kelas X.4 MAN 1 Metro yang ditentukan sebagai tempat uji coba produk.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah pada latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah penelitian yaitu:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi?
2. Bagaimana kelayakan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi?
3. Bagaimana kepraktisan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, sesuai dengan rumusan masalah di atas, yaitu:

1. Untuk mengembangkan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi.
2. Untuk menganalisis kelayakan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi.
3. Untuk menganalisis kepraktisan e-modul berbasis *project based learning* pada materi bioteknologi.

F. Manfaat Produk yang Dikembangkan

Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan bahwa penelitian ini akan memperkaya pengetahuan yang ada tentang pembuatan media pembelajaran berbasis proyek dalam format e-modul. Temuan ini bisa menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya. Penelitian ini juga menyajikan landasan teori mengenai cara e-modul dapat memadukan pendekatan PjBL dalam proses belajar biologi, khususnya pada topik bioteknologi.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Menyediakan rujukan mengenai pemanfaatan teknologi dalam pendidikan di era digital. Menawarkan alat yang inovatif dan interaktif untuk memperbaiki mutu pengajaran serta mendukung peran guru dalam melaksanakan pembelajaran yang berfokus pada proyek, khususnya pada topik bioteknologi.

b. Bagi Siswa

Untuk mendorong partisipasi dan pemahaman literasi sains di kalangan siswa. Penelitian ini diharapkan berfungsi sebagai salah satu referensi pembelajaran dengan menggunakan metode PjBL. Proyek-proyek yang mudah bisa mendukung siswa untuk memahami konsep

bioteknologi dengan cara yang menarik dan lebih kontekstual. Dalam e-modul ini, pendekatan proyek diadopsi untuk memperkuat kemampuan berpikir kritis, kreatif, kerjasama, dan komunikasi.

c. Bagi Sekolah

Mendukung sekolah untuk meningkatkan mutu pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi serta menerapkan metode pembelajaran yang lebih efisien dan menarik.

d. Bagi Peneliti Lain

Hal ini bisa dijadikan sumber acuan atau referensi untuk para peneliti lain yang tertarik untuk membuat dan mempelajari penerapan e-modul berbasis *project based learning*.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Produk yang akan dibuat yaitu modul yang berbentuk perangkat elektronik atau dikenal dengan sebutan e-modul. E-modul berbasis *Project Based Learning* pada pembelajaran bioteknologi untuk siswa kelas X SMA.
2. Isi dari e-modul meliputi *cover*, kata pengantar, daftar isi, identitas e-modul, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), petunjuk penggunaan modul, materi pembelajaran, LKPD, soal evaluasi, glosarium, daftar pustaka, dan profil penulis.

3. E-Modul yang akan dikembangkan berisi materi yang dilengkapi dengan video untuk menjelaskan konsep bioteknologi, gambar dan animasi yang menarik.
4. E-Modul ini dilengkapi dengan aktivitas berbasis proyek (*Project-Based Learning*) yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman peserta didik serta membantu siswa menerapkan konsep secara langsung melalui kegiatan nyata.
5. E-Modul ini dirancang untuk membantu proses belajar, memberikan kesempatan pada siswa untuk belajar secara mandiri di rumah dan membantu guru dalam proses pembelajaran di kelas.
6. E-modul dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti komputer, laptop, dan *smartphone* yang mendukung sistem Android dan iOS.
7. Produk yang dihasilkan didesain menggunakan aplikasi canva yang kemudian akan di hasilkan dalam bentuk format *flipbook*.
8. Lembar kerja peserta didik (LKPD) disusun menggunakan Canva dan selanjutnya dikonversi ke *LiveWorksheet*, sehingga siswa dapat langsung mengisi LKPD secara online tanpa perlu mencetaknya.
9. Desain modul elektronik ini dibuat dengan mempertimbangkan perpaduan warna dan *layout* yang menarik.
10. Pengoperasian yang mudah dengan navigasi yang intuitif, memungkinkan siswa untuk belajar tanpa kebingungan.
11. Akses terhadap e-modul ini membutuhkan koneksi internet untuk mendukung penggunaan secara optimal.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan seperangkat materi pembelajaran yang mencakup isi, metode, batasan, serta cara penilaian yang disusun secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi atau subkompetensi yang telah ditetapkan.¹⁷ Selain itu, bahan ajar adalah media pembelajaran yang dibantu oleh berbagai sarana untuk mempermudah penyampaian materi dalam proses kegiatan belajar mengajar di sekolah.¹⁸

a. Fungsi Bahan Ajar

Fungsi bahan ajar adalah sebagai berikut:

- 1) Menyediakan berbagai sumber belajar yang informatif, mudah dimengerti, serta relevan dengan minat dan kebutuhan siswa.
- 2) Disampaikan bersamaan dengan materi pembelajaran lainnya untuk mendukung strategi dan alat pengajaran dengan maksud untuk meningkatkan semangat belajar siswa.
- 3) Menyediakan pengenalan awal yang esensial serta mendukung pelaksanaan latihan dan tugas.

¹⁷ Abdul Razak, Zulfi Amri, dan Tua Halomoan, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Model Addie Berbasis Flip Pdf Professional Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung Kelas Ix Smp Jambi Medan," *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]* 4, no. 1 (2023): 63–70, <https://doi.org/10.30596/jmes.v4i1.13697>.

¹⁸ Ferlinda Herdianti Widiani dan Brillian Rosy, "Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook Maker pada Mata Pelajaran Teknologi Perkantoran," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 3, no. 6 (2021): 3728–39, <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1265>.

4) Menyajikan materi evaluasi dan remedial yang tepat dan efektif.¹⁹

b. Jenis-Jenis Bahan Ajar

Bahan ajar dibagi jadi beberapa jenis, berdasarkan pemanfaatannya bahan ajar dibedakan sebagai berikut:

1) Bahan Ajar Cetak

Bahan ajar cetak adalah materi pembelajaran yang disusun dan disajikan dalam bentuk media berbasis kertas, yang digunakan untuk tujuan belajar maupun penyampaian informasi. Bahan ajar ini masih dipakai oleh guru dan siswa untuk mendapatkan informasi tambahan atau untuk memperkaya pengetahuan pembelajaran yang baru.²⁰ Bahan ajar cetak menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk fisik seperti buku, majalah, ensiklopedia, poster, dsb yang dipakai untuk mendukung proses pembelajaran.

2) Bahan Ajar Non Cetak

Bahan ajar ini memiliki berbagai macam jenis, seperti program audio, *overhead transparencies* (OHT), bahan ajar display, model, video, dan bahan ajar berbasis komputer. Untuk mencapai kompetensi yang diinginkan, materi pembelajaran yang lebih spesifik biasanya bisa disampaikan melalui bahan ajar ini.

¹⁹ Chofifah Dwi Aprilia, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E-Modul Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas V MI Assalam Kota Batu," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2024).

²⁰ Kiki Andila, "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbentuk E-Modul Berbasis Kontekstual Menggunakan Aplikasi eXe-Learning Pada Materi Usaha dan Energi," *Kappa Journal* 5, no. 1 (2021): 68–79, <https://doi.org/10.29408/kpj.v5i1.2757>.

3) Bahan Ajar Fasilitas

Bahan ajar dalam bentuk fasilitas merujuk pada sarana dan prasarana yang bisa berbentuk fisik atau digital, yang membantu dalam proses belajar mengajar, seperti laboratorium, auditorium, perpustakaan, studio, pasar, dan lainnya.²¹

4) Bahan Ajar Lingkungan

Bahan ajar berbentuk lingkungan masyarakat menjadi sumber pembelajaran melalui keterlibatan dengan orang-orang di sekitar, seperti perjalanan ke tempat bersejarah, pengamatan di lokasi, diskusi dengan figur masyarakat, ikut serta dalam acara sosial, serta penelusuran daerah setempat, yang mendukung siswa untuk memperoleh pengetahuan dari pengalaman langsung dengan situasi nyata kehidupan sehari-hari.²²

2. E-Modul

E-modul adalah bahan ajar yang menggabungkan materi pembelajaran menggunakan sistem berbasis elektronik.²³ Komponen dari modul digital ini dapat mencakup gambar, animasi, teks, audio, video, serta sistem navigasi yang dirancang dalam format digital untuk mencapai sasaran

²¹ Nugraheni Widiastuti et al., "Learning Resource Center Organizational Programs and Facilities," *Formosa Journal of Applied Sciences* 2, no. 10 (2023): 2467–80, <https://doi.org/10.55927/fjas.v2i10.6312>.

²² Fajar Wulandari, "Pemanfaatan Lingkungan sebagai Sumber Belajar Anak Sekolah Dasar (Kajian Literatur)," *Journal of Educational Review and Research* 3, no. 2 (2020): 105–10, <https://dx.doi.org/10.26737/jerr.v3i2.2158>.

²³ Tivsi Rizqi Padwa dan Putri Nurhalimah Erdi, "Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning," *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 2021, 21–25, <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>.

pembelajaran tertentu.²⁴ E-modul dapat digunakan dan dipelajari dengan bantuan perangkat elektronik di mana pun dan kapan pun.

Menggunakan e-modul mengharuskan individu untuk belajar secara mandiri, mengasah kreativitas, menciptakan inovasi, dan memiliki semangat tinggi saat terlibat dalam setiap aktivitas pembelajaran. Dengan e-modul yang tersedia, diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar bagi peserta didik dan memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep yang dipahami. E-modul dapat diartikan sebagai sebuah alat bantu dalam kegiatan belajar mengajar yang disajikan dalam bentuk digital atau visual. Dalam konteks ini, tentu diperlukan beberapa komponen yang sangat mendukung penggunaan e-modul, seperti perangkat elektronik, komputer, laptop, atau ponsel.²⁵

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa e-modul merupakan bahan ajar digital yang disusun secara sistematis sesuai dengan kebutuhan peserta didik untuk mendukung pembelajaran secara individual maupun kelompok serta dapat diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.²⁶ E-modul mengintegrasikan elemen-elemen yang biasa ditemukan dalam

²⁴ Rizky Sariah, "Pengembangan E-Modulea Berbasis Problem Solving Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMAN 6 Palangka Raya," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2021).

²⁵ Tivsi Rizqi Padwa dan Putri Nurhalimah Erdi, "Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning," *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 2021, 21–25, <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>.

²⁶ Titi Iklina dan Muhyiatul Fadilah, "Validitas E-Modul Berbasis Project Based Learning (PJBL) tentang Materi Sistem Imun Kelas XI SMA untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik," *Journal on Teacher Education* 4, no. 1 (2022): 250–62. doi: 10.31004/jote.v4i1.6031

modul cetak. Perbedaan utama terletak pada tampilan fisik e-modul yang memerlukan alat seperti komputer atau ponsel untuk dapat diakses.²⁷

a. Karakteristik E-Modul

E-Modul memiliki beberapa karakteristik dasar, yang membuatnya menarik dan dapat dianggap baik untuk digunakan. Berikut ini karakteristik dasar dari e-modul:

- 1) *Self Instructional* (peserta didik mempunyai kemampuan untuk belajar sendiri tanpa bergantung pada pihak lain). Karakteristik ini menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan e-modul, siswa dapat belajar secara mandiri ketika mempelajari materi pembelajaran dengan memperoleh bantuan yang minimal dari guru.
- 2) *Self Contained* (seluruh e-modul mencakup seluruh materi pembelajaran, disusun dalam satu kesatuan yang lengkap). Tujuan dari karakteristik ini adalah bahwa seluruh konten pada e-modul mencakup semua materi, termasuk (ada materi, LKPD, evaluasi) dari kompetensi yang perlu dikuasai oleh siswa.
- 3) *Stand Alone* (e-modul berdiri sendiri). Karakteristik ini menunjukkan bahwa e-modul yang telah disusun dapat beroperasi mandiri sebagai sumber belajar yang lengkap tanpa membutuhkan media tambahan sebagai pelengkap.

²⁷ Ni Putu Ayu Wijayanti et al., "Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Untuk Siswa Kelas X Studi Kasus Di Smk Negeri 2 Singaraja," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* 13, no. 2 (2016): 184–97, <https://doi.org/10.23887/jptk.v13i2.8526>.

- 4) Adaptif (e-modul harus mampu beradaptasi dengan kemajuan ilmu dan teknologi). Salah satu manfaat dari fitur ini adalah e-modul fleksibel dan dapat disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini.
- 5) Konsistensi (penggunaan spasi, *layout* dan *font*). Maksud karakteristik ini yaitu gaya penulisan huruf, jarak antar kata, dan pengelolaan tata letak antara kalimat yang satu dengan yang lainnya perlu konsisten dan seimbang.²⁸
- 6) *User Friendly* (e-modul harus ramah pengguna dan bermanfaat). Modul seharusnya dirancang agar sederhana saat digunakan, dengan cara penggunaan media yang tidak rumit. Petunjuk pembelajaran harus jelas dan mudah dipahami, sementara media, penyampaian, dan bahasa yang digunakan harus mampu menciptakan rasa kedekatan serta mendorong pengguna untuk bersemangat dalam mempelajarinya.²⁹

b. Komponen E-Modul

E-Modul yang interaktif memiliki elemen utama dalam merancang modul yang efisien. Isi dari e-modul mencakup elemen-elemen utama yang telah ditentukan, menurut Utami (2022) adalah sebagai berikut:

- 1) Komponen informasi umum: identitas penulis, tahun penyusunan modul, lokasi institusi, tingkat kelas, tingkat pendidikan, dan waktu

²⁸ Rizky Sariah, "Pengembangan E-Modulea Berbasis Problem Solving Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMAN 6 Palangka Raya," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2021).

²⁹ Najuah, P. S. Lukitoyo, dan W. Wirianti, *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya*, ed. oleh Janner Simarmata (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020).

yang ditentukan. Kompetensi awal merujuk pada penjabaran mengenai pengetahuan serta keterampilan yang diharapkan dikuasai oleh siswa sebelum mereka memulai pembelajaran mengenai materi tersebut. Selain itu, juga mencakup profil pelajar pancasila, fasilitas dan infrastruktur, sasaran siswa, serta metode pembelajaran.

- 2) Komponen Inti: komponen inti dari modul ajar ini mencakup tujuan pembelajaran, penilaian, pemahaman yang mendalam, pertanyaan pematik, aktivitas pembelajaran, serta refleksi dari siswa dan guru.
- 3) Lampiran: lampiran meliputi lembar kerja siswa, materi tambahan dan remedial, sumber bacaan untuk pendidik dan siswa, daftar istilah, serta referensi pustaka.

c. Kelebihan E-Modul

E-Modul memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut:

- 1) Mudah dibawa ke mana-mana karena bisa diakses dengan *smartphone*, laptop, atau komputer.
- 2) Dapat diakses oleh siswa secara online dan secara mandiri.
- 3) E-Modul dapat meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas pembelajaran.

- 4) E-Modul tidak mudah rusak, karena digunakan dalam bentuk non cetak atau digital.³⁰
- 5) E-Modul memiliki kemampuan untuk membuat kegiatan pembelajaran lebih menarik dan tidak membosankan.
- 6) Ciri e-modul adalah interaktif, yang memberi kemudahan dalam navigasi dan dapat menyajikan audio, video, grafis, serta animasi.³¹

d. Kekurangan E-Modul

Adapun, disamping kelebihan dari e-modul terdapat pula beberapa kekurangannya, yaitu:

- 1) Membutuhkan perangkat digital seperti laptop, komputer, atau ponsel pintar yang bisa terhubung ke jaringan internet untuk mengakses e-modul.
- 2) Tidak semua orang memiliki kemampuan untuk mengoperasikan aplikasi pembuatan e-modul.³²
- 3) Dibutuhkan ketekunan dari pengajar sebagai pengarah dalam mengawasi proses belajar siswa, memberikan semangat dan konsultasi secara personal kepada setiap siswa.
- 4) Peserta didik diharapkan untuk memiliki tingkat disiplin belajar yang tinggi saat menggunakan e-modul.³³

³⁰ Rizky Sariah, "Pengembangan E-Modulea Berbasis Problem Solving Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMAN 6 Palangka Raya," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2021).

³¹ Muhammad Aarsal, Muhammad Danial, dan Yusminah Hala, "Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Materi Sistem Peredaran Darah Pada Kelas XI MIPA SMAN 6 Barru," *Prosiding Seminar Nasioal Biologi VI*, 2019, 434–42.

³² Rizky Sariah, "Pengembangan E-Modulea Berbasis Problem Solving Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMAN 6 Palangka Raya," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2021).

3. Model Pembelajaran *Project-Based-Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif peserta didik melalui kegiatan penyusunan dan penyelesaian proyek secara terencana. Model ini mendorong peserta didik tidak hanya memahami teori, tetapi juga mengintegrasikannya dalam bentuk karya atau produk nyata yang berkaitan dengan permasalahan di lingkungan sekitar.³⁴ Sejalan dengan pendapat Krajcik dan Blumenfeld (2005), PjBL memberikan kesempatan untuk peserta didik agar dapat mengeksplorasi konsep secara lebih mendalam melalui pengalaman langsung, sehingga pengetahuan akademik yang diperoleh dapat dihubungkan dengan konteks dunia nyata.³⁵ Pembelajaran berbasis proyek juga termasuk dalam kategori metode yang inovatif dan kreatif, berfokus pada peserta didik dan pendidik yang memiliki peran sebagai fasilitator dan motivator.³⁶

Selain itu, pembelajaran ini mengajarkan siswa untuk merancang, menyelesaikan masalah, membuat keputusan, melakukan penelitian, serta memberikan kesempatan bagi siswa untuk bekerja secara individual. PjBL membutuhkan berbagai kemampuan seperti komunikasi dan penyampaian,

³³ Najuah, P. S. Lukitoyo, dan W. Wirianti, *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya*, ed. oleh Janner Simarmata (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020).

³⁴ Singgih Subiyantoro, *Problem & Project-Based Learning*, ed. oleh Andriyanto, 1 ed. (Jawa Tengah: Lakeisha, 2025).

³⁵ Joseph S. Krajcik dan Phyllis C. Blumenfeld, *Project-Based Learning*. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, 1 ed. (Cambridge University Press, 2005).

³⁶ Tivsi Rizqi Padwa dan Putri Nurhalimah Erdi, "Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning," *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 2021, 21–25, <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>.

manajemen waktu dan organisasi, kemampuan riset dan penyelidikan, kemampuan untuk menilai dan merefleksi, bekerja sama dalam tim serta kemampuan memimpin, dan juga berpikir secara kritis.³⁷ Tujuannya adalah agar peserta didik dapat menyelesaikan tugas yang mereka hadapi dengan lebih mandiri melalui dukungan e-modul yang menggunakan pendekatan sistem pembelajaran berbasis proyek. Hal ini memungkinkan pemanfaatan perangkat elektronik seperti komputer, laptop, dan *handphone* serta pengembangan keterampilan individu siswa.³⁸

a. Karakteristik PjBL

Model pembelajaran PjBL memiliki karakteristik yaitu sebagai berikut:

- 1) Peserta didik menentukan kerangka kerja.
- 2) Peserta didik diberikan masalah atau tantangan.
- 3) Peserta didik menyusun prosedur yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah atau tantangan tersebut.
- 4) Peserta didik belajar secara bersamaan memiliki tanggung jawab mencari serta mengatur informasi guna menyelesaikan masalah.
- 5) Proses evaluasi berlangsung dengan konsisten.

³⁷ Bistari; Aunurrahman; et all., “Buku Pedoman Metode Berbasis Proyek,” Edisi 1 (Tanjungpura: Universitas Tanjungpura, 2021), 04, [https://mipa.untan.ac.id/file/penjaminan_mutu/7dc549dc530aca27acc2d32aa2167e50BUKU PEDOMAN METODE BERBASIS PROYEK.pdf](https://mipa.untan.ac.id/file/penjaminan_mutu/7dc549dc530aca27acc2d32aa2167e50BUKU%20PEDOMAN%20METODE%20BERBASIS%20PROYEK.pdf).

³⁸ Tivsi Rizqi Padwa dan Putri Nurhalimah Erdi, “Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning,” *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 2021, 21–25, <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>.

- 6) Peserta didik dengan teratur menilai kegiatan yang dilakukan serta hasil belajar akan dievaluasi secara kualitatif.
- 7) Kondisi pembelajaran sangat fleksibel pada kesalahan dan penyesuaian.³⁹

b. Langkah – Langkah Pembelajaran Berbasis *Project Based Learning*

Berikut ini langkah-langkah kegiatan pembelajaran menggunakan model *project based learning*:



Gambar 2.1 Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek

Sumber: Indeks Prestasi, (2015)⁴⁰

Berikut ini aktivitas yang perlu dilaksanakan di setiap tahap pembelajaran yang berbasis pada proyek, yaitu:

- 1) Penentuan Pertanyaan Mendasar:** proses pembelajaran diawali dengan penentuan pertanyaan mendasar atau tantangan yang relevan sebagai fokus proyek. Pertanyaan tersebut dirancang untuk

³⁹ Endang Fitriana, “Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning (PJBL) Berbantuan Video Animasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Kelas VII,” *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024).

⁴⁰ Indeks Prestasi, “Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Implementasi Kurikulum 2013,” Indeks Prestasi, 2015, <https://indeksprestasi.blogspot.com/2015/03/model-pembelajaran-berbasis-proyek-pada.html>. Diunduh pada 20 April 2026.

memicu pemikiran kritis serta mendorong peserta didik melakukan proses inkuiri secara mendalam.

2) Mendesain Perencanaan Proyek: ditahap ini, pendidik dan peserta didik bekerja sama menyusun rencana proyek yang meliputi tujuan pembelajaran, tahapan yang akan dilakukan, sumber-sumber yang diperlukan, serta jadwal kegiatan.⁴¹

3) Menyusun Jadwal: pendidik dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam penyelesaian proyek. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan timeline penyelesaian proyek, penetapan batas waktu (*deadline*), membimbing peserta didik dalam merencanakan cara baru, mengarahkan peserta didik ketika perencanaan yang dibuat tidak berkaitan dengan proyek, serta meminta peserta didik untuk menjelaskan alasan pemilihan cara yang digunakan.

4) Penyelesaian Proyek dengan Fasilitasi serta Monitoring Guru: langkah ini adalah tahap pelaksanaan dari desain proyek yang telah disusun. Pendidik memiliki kewajiban untuk mengawasi kegiatan peserta didik dalam menjalankan tugas proyek dari awal hingga akhir.

5) Menguji Hasil: penilaian digunakan untuk membantu pendidik mengukur pencapaian standar pembelajaran, mengevaluasi perkembangan setiap peserta didik, serta memberikan umpan balik

⁴¹ Singgih Subiyantoro, *Problem & Project-Based Learning*, ed. oleh Andriyanto, 1 ed. (Jawa Tengah: Lakeisha, 2025).

tentang tingkat pemahaman yang telah dicapai. Selain itu, penilaian berperan sebagai dasar bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran berikutnya. Jika Anda ingin, saya bisa membantu merumuskan atau memperjelas bagian tertentu dari penjelasan ini.

6) Evaluasi Pengalaman: saat akhir pembelajaran, pendidik dan peserta didik melakukan refleksi terhadap proses dan hasil proyek secara individu maupun kelompok. Refleksi ini mendorong peserta didik mengungkapkan pengalaman selama pelaksanaan proyek serta menjadi dasar diskusi untuk memperbaiki proses pembelajaran dan menemukan temuan baru (*new inquiry*) dalam menjawab permasalahan awal.⁴²

c. Kelebihan dan Kekurangan Model *Project Based Learning*

Ada kelebihan dan kekurangan pada model pembelajaran berbasis proyek. Beberapa kelebihan model pembelajaran berbasis proyek, sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan semangat siswa dalam belajar, memotivasi mereka untuk menuntaskan tugas penting, dan memberikan pengakuan atas usaha mereka.
- 2) Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah.
- 3) Melatih siswa untuk lebih aktif dan berhasil memecahkan masalah yang kompleks.
- 4) Meningkatkan kolaborasi.

⁴² Sri Lestari, *Choaching Untuk Meningkatkan Kemampuan Guru Dalam Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning)*, 2 ed. (Yogyakarta: Kun Fayakun, 2022).

- 5) Mendorong siswa untuk mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan berkomunikasi.
- 6) Meningkatkan keterampilan siswa dalam mengelola sumber.
- 7) Menyediakan kesempatan kepada siswa untuk belajar dan berlatih dalam mengelola proyek, merencanakan waktu, serta mengatur sumber daya lain seperti peralatan untuk menyelesaikan tugas.
- 8) Menciptakan proses pembelajaran yang melibatkan siswa dengan cara yang mendalam dan disusun untuk berkembang sejalan dengan kenyataan yang ada di dunia.
- 9) Mengajak siswa untuk mengumpulkan data dan menunjukkan pengetahuan mereka, kemudian menerapkannya ke dunia nyata.
- 10) Menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, sehingga baik guru maupun siswa menikmati proses pembelajaran.

Menurut Mutawally (2021) kekurangan model pembelajaran *Project Based Learning* yaitu:

- 1) Pembelajaran ini menghabiskan banyak biaya.
- 2) Pembelajaran ini menghabiskan banyak waktu.
- 3) Peralatan yang dibutuhkan tidak sedikit.
- 4) Dalam kegiatan kelompok, tentu saja ada sejumlah siswa yang tidak terlalu berperan dalam menyelesaikan proyek.
- 5) Dikhawatirkan jika murid hanya dapat memahami materi yang mereka pelajari tanpa menguasai materi lainnya, dan sebagainya.

4. Materi Bioteknologi

1) Pengertian dan Prinsip Dasar Bioteknologi

Istilah bioteknologi berasal dari kata *bios* yang berarti hidup, *teuchos* yang berarti alat, dan *logos* yang berarti ilmu. Dengan demikian, bioteknologi dapat diartikan sebagai cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup maupun produk yang dihasilkan oleh makhluk hidup dalam berbagai proses produksi barang dan jasa guna meningkatkan kualitas hidup manusia. Bioteknologi merupakan bidang ilmu yang bersifat multidisipliner karena melibatkan berbagai cabang keilmuan, antara lain biologi, kimia, biokimia, biologi molekuler, genetika, imunologi, serta mikrobiologi. Mengingat ruang lingkupnya yang sangat luas, para ilmuwan kemudian mengelompokkan bioteknologi ke dalam beberapa bidang utama, yaitu bioteknologi merah, hijau, putih, dan biru.

Bioteknologi merah merupakan cabang bioteknologi yang berfokus pada penerapan teknologi biologi di bidang medis, meliputi upaya pencegahan, diagnosis, serta pengobatan berbagai jenis penyakit. Sementara itu, bioteknologi hijau berkaitan dengan penerapan bioteknologi dalam sektor pertanian dan peternakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil. Bioteknologi putih adalah cabang bioteknologi yang diterapkan pada bidang industri, terutama melalui pemanfaatan mikroorganisme atau enzim dalam proses produksi berbagai produk baru, baik pangan maupun nonpangan,

seperti biomaterial, biopolimer, serta senyawa inovatif dalam skala industri. Selanjutnya, bioteknologi biru mengacu pada penerapan bioteknologi di lingkungan akuatik, baik perairan tawar maupun laut, misalnya dalam pemanfaatan organisme laut sebagai sumber energi alternatif dan biofuel.⁴³

Berikut ini 4 prinsip dasar bioteknologi:

- a. Penggunaan agen biologis contohnya mikroorganisme (jamur, bakteri atau virus), sel tumbuhan, sel hewan ataupun enzim.
- b. Terdapat produk turunan, contohnya pada bahan baku susu sapi, produk turunannya dapat berupa yoghurt atau keju.
- c. Penggunaan metode atau proses tertentu, contohnya kultur jaringan, seleksi dan persilangan, fermentasi, serta rekombinasi DNA.
- d. Penerapan beberapa disiplin ilmu, contohnya dalam proses pembuatan vaksin, terdapat penerapan ilmu mikrobiologi, genetika, dan kimia.

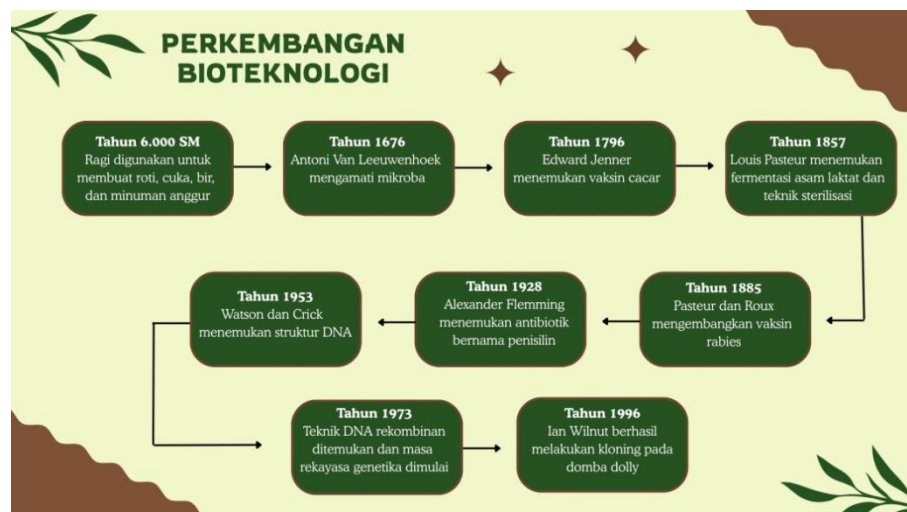
2) Sejarah Bioteknologi

Bioteknologi telah dikenal sejak manusia mulai memanfaatkan agen biologi untuk meningkatkan kualitas hidupnya. Pada masa sebelum teknologi modern, masyarakat Mesir dan Sumeria sekitar tahun 2000 SM telah menerapkan proses fermentasi untuk membuat bir dan keju. Sekitar tahun 500 SM, ditemukan jamur penghasil antibiotik

⁴³ Prasetya Eko, "Pembelajaran 11: Bioteknologi," *Modul Belajar Mandiri Bioteknologi*, 2021, 256–57.

pada kedelai untuk mengobati infeksi. Bangsa Mesir kuno juga memanfaatkan mikroorganisme dalam pembuatan bir, anggur, cuka, dan yogurt, sementara bangsa Yunani kuno telah melakukan pemuliaan tanaman dan ternak hewan unggul.

Perkembangan bioteknologi semakin pesat setelah ditemukannya mikroskop oleh Zacharias Janssen pada abad ke-16 serta penemuan sel oleh Robert Hooke dan bakteri oleh Antonie van Leeuwenhoek pada abad ke-17. Penemuan vaksin cacar oleh Edward Jenner menjadi awal penting dalam perkembangan bioteknologi di bidang kesehatan. Memasuki abad ke-19, berbagai enzim dan protein mulai berhasil diidentifikasi, bersamaan dengan ditemukannya bakteri *Escherichia coli* yang kemudian berperan besar dalam pengembangan antibiotik melalui teknik bioteknologi.



Gambar 2.2 Sejarah singkat perkembangan bioteknologi

Sumber: Diadaptasi dari Endah, (2021)⁴⁴

⁴⁴ Endah Rita S. Dewi, Dyah Ayu Widyastuti, dan Atip Nurwahyunani, *Buku Ajar Bioteknologi*, 1 ed. (Semarang: Universitas PGRI Semarang Press, 2021).

Perkembangan bioteknologi tidak terlepas dari kemajuan ilmu lain seperti mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, dan genetika. Dari kemajuan tersebut lahirlah bioteknologi modern yang dimulai dengan teknologi DNA rekombinan, yaitu teknik untuk mengubah atau menggabungkan DNA agar menghasilkan sifat baru yang bermanfaat. Salah satu pencapaian pentingnya adalah keberhasilan perusahaan Genentech di Amerika Serikat memproduksi hormon insulin buatan dengan memasukkan gen manusia ke dalam bakteri *Escherichia coli*. Keberhasilan ini menjadi dasar penting dalam pengembangan bioteknologi modern di bidang kesehatan dan industri.

3) Macam-Macam Bioteknologi

Berdasarkan perkembangannya, bioteknologi secara umum terbagi menjadi dua jenis:

1. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional merupakan salah satu bentuk bioteknologi yang menggunakan organisme hidup secara langsung untuk menghasilkan produk atau jasa yang berguna bagi manusia. Dalam penerapannya, mikroorganisme seperti bakteri dan ragi banyak digunakan melalui proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses penguraian senyawa organik dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen, sehingga menghasilkan zat seperti alkohol, asam, maupun gas. Proses tersebut banyak dimanfaatkan dalam pembuatan

makanan dan minuman. Penggunaan metode fermentasi sendiri telah dikenal sejak lama dan menjadi salah satu bentuk awal perkembangan bioteknologi.⁴⁵

Karakteristik bioteknologi diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Memanfaatkan mikroorganisme secara langsung tanpa adanya modifikasi
- b. Memanfaatkan prinsip cara kerja atau teknik bioteknologi yang terbatas umumnya berupa fermentasi
- c. Menggunakan alat dan bahan yang sederhana
- d. Tidak memerlukan keahlian khusus
- e. Belum menggunakan teknik yang mencapai tingkatan molekuler
- f. Jumlah produk yang dihasilkan relatif sedikit

- **Kelebihan dan Kekurangan Bioteknologi Konvensional**

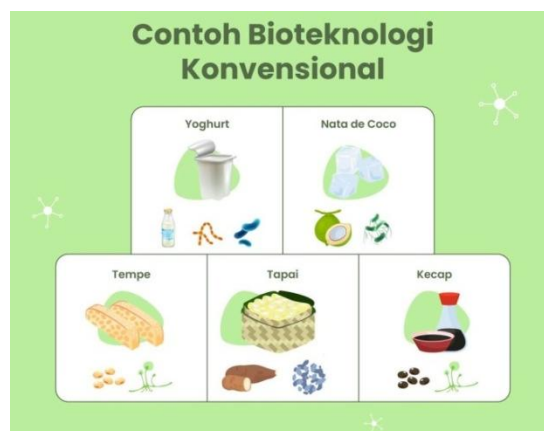
- 1) **Kelebihan Bioteknologi Konvensional**

- a. Biaya produksinya relatif murah.
- b. Prosesnya menggunakan peralatan sederhana dan mudah diterapkan.
- c. Dampak jangka panjangnya sudah cukup diketahui karena telah digunakan sejak lama.

⁴⁵ Waites M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., & Higton, G., *Industrial Microbiology: An Introduction*, 1st ed. (London: Blackwell Science Ltd, London, UK, 2001).

2) Kekurangan Bioteknologi Konvensional

- a. Perbaikan genetik pada organisme tidak terarah dan memerlukan waktu yang cukup lama.
- b. Prinsip-prinsip ilmiah yang mendasarinya belum dikaji secara mendalam.
- c. Hasil yang diperoleh sulit diprediksi.
- d. Tidak dapat mengatasi ketidaksesuaian genetik antarorganisme.
- e. Produksi umumnya masih dilakukan dalam skala kecil.
- f. Proses belum sepenuhnya steril.
- g. Kualitas hasil akhir belum terjamin secara konsisten.



Gambar 2.3 Contoh produk bioteknologi konvensional.

Sumber: Rizky Rahmatunnisa, (2026)⁴⁶

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern merupakan penerapan ilmu biologi yang dipadukan dengan teknologi untuk memodifikasi makhluk hidup

⁴⁶ Rizky Rahmatunnisa, "Pengertian Bioteknologi, Jenis & Contoh Penerapannya | Biologi Kelas 9," Ruang Guru, 2026, <https://www.ruangguru.com/blog/pengertian-penggolongan-dan-penerapan-bioteknologi>. Diunduh pada 20 April 2026

pada tingkat sel maupun molekul sehingga menghasilkan produk atau organisme yang lebih unggul dan bermanfaat bagi manusia. Berbeda dengan bioteknologi konvensional yang memanfaatkan mikroorganisme secara langsung, bioteknologi modern menggunakan teknik yang lebih maju, seperti rekayasa genetika, kultur jaringan, dan teknologi DNA rekombinan.

Bioteknologi modern memiliki hubungan yang erat dengan rekayasa genetika karena proses yang dilakukan melibatkan perubahan susunan gen pada makhluk hidup. Melalui teknik tersebut, gen dapat dipindahkan, diubah, atau dikombinasikan untuk menghasilkan sifat tertentu yang diinginkan.

Karakteristik bioteknologi diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Pengerjaan dilakukan dalam keadaan steril dan aseptik
- b. Memanfaatkan mikroorganisme secara tidak langsung dan umumnya berupa bagian tertentu saja seperti DNA atau bagian protein tubuhnya
- c. Memanfaatkan cara kerja atau prinsip yang lebih canggih yaitu berupa rekayasa genetika atau modifikasi gen dan teknologi reproduksi
- d. Menggunakan alat yang canggih dan modern sehingga kualitas produk terjaga
- e. Memerlukan keahlian khusus pada proses pembuatan produk

- f. Produksi umumnya dilakukan dalam skala besar dengan biaya yang relatif mahal.

- **Kelebihan dan Kekurangan Bioteknologi Modern**

- 1) Kelebihan Bioteknologi Modern**

- a. Perbaikan sifat genetik dilakukan secara lebih terarah dan terkontrol.
- b. Mampu mengatasi hambatan atau ketidaksesuaian genetik antarorganisme.
- c. Hasil yang diperoleh dapat diprediksi dengan tingkat ketepatan yang tinggi.
- d. Dapat menghasilkan organisme baru dengan karakteristik yang tidak dimiliki oleh jenis alaminya (*wild type*).
- e. Mampu meningkatkan kualitas dan produktivitas organisme melalui rekayasa genetik.

- 2) Kekurangan Bioteknologi Modern**

- a. Biaya produksi relatif tinggi.
- b. Berpotensi menimbulkan dominasi tanaman monokultur.
- c. Dapat menyebabkan berkurangnya keanekaragaman genetik pada spesies lokal.
- d. Membutuhkan penerapan teknologi yang kompleks dan canggih.

- e. Dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan kesehatan belum sepenuhnya diketahui.⁴⁷

4) Penerapan Bioteknologi Konvensional

a. Bidang Pangan

Dalam bidang pangan, bioteknologi konvensional banyak dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai produk makanan melalui proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tertentu yang dapat mengubah rasa, aroma, tekstur, serta meningkatkan daya simpan dan nilai gizi makanan. Penerapan bioteknologi konvensional di bidang pangan dapat dilihat pada pembuatan tempe, tape, roti, yogurt, keju, kecap, dan cuka yang dihasilkan melalui aktivitas mikroba sesuai dengan jenis bahan dan proses fermentasinya.

No	Agen Biologis	Bahan	Enzim	Produk
1.	<i>Rhizopus oryzae</i>	Kedelai	Protease	Tempe
2.	<i>Aspergillus wentii</i>	kedelai	Protease	Kecap
3.	<i>Neurospora crassa</i>	Bungkil kacang	Protease	Oncom
4.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Singkong	Amilase, zymase	Tapai
5.	<i>Aspergillus soyae</i>	Kedelai	Protease	Tauco
6.	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Susu	Laktase	Yoghurts
7.	<i>Lactobacillus lactis</i>	Susu	Lipase	Keju
8.	<i>Streptococcus lactis</i>	Susu	Lipase	Mentega

Gambar 2.4 Contoh penerapan bioteknologi konvensional pada bidang pangan

Sumber: Endah, (2021)⁴⁸

⁴⁷ Endah Rita S. Dewi, Dyah Ayu Widyastuti, dan Atip Nurwahyunani, *Buku Ajar Bioteknologi*, 1 ed. (Semarang: Universitas PGRI Semarang Press, 2021).

⁴⁸ *Ibid.*

b. Bidang Pertanian

Bioteknologi konvensional dalam bidang pertanian memanfaatkan mikroorganisme alami untuk meningkatkan kesuburan tanah dan melindungi tanaman dari hama. Penerapannya tergolong sederhana dan ramah lingkungan, seperti pada pembuatan kompos bioaktif, pupuk hayati penambat nitrogen, serta biopestisida alami yang dapat membantu meningkatkan hasil pertanian tanpa bergantung pada bahan kimia sintetis.

c. Bidang Energi

Penerapan bioteknologi dalam bidang energi bertujuan menghasilkan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Teknologi ini memanfaatkan mikroorganisme untuk mengolah bahan organik menjadi bahan bakar hayati, seperti biogas, bioetanol, dan biodiesel. Melalui penerapan bioteknologi, limbah pertanian dan peternakan dapat diolah menjadi energi terbarukan yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil karena lebih aman dan dapat diperbarui.

5) Penerapan Bioteknologi Modern

a. Kultur Jaringan

Kultur jaringan tumbuhan didasarkan pada teori sel yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann, bahwa sel tumbuhan memiliki sifat totipotensi. Totipotensi yaitu kemampuan setiap sel

untuk berkembang menjadi tanaman utuh apabila ditempatkan dalam kondisi lingkungan yang mendukung.

Dalam praktiknya, keberhasilan kultur jaringan akan lebih tinggi bila menggunakan jaringan meristem, karena jaringan ini aktif membelah dan memiliki potensi regenerasi yang sangat besar. Keunggulan teknik ini ialah mampu menghasilkan tanaman dengan sifat yang sama persis seperti induknya serta memungkinkan proses perbanyakan berlangsung lebih cepat.⁴⁹

b. Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika memiliki prinsip dasar yaitu memanipulasi atau mengubah susunan pada asam nukleat DNA atau gen untuk menyisipkan gen yang baru ke dalam struktur DNA organisme penerima.

1. Teknologi DNA Rekombinan

Teknologi DNA rekombinan merupakan metode untuk merekayasa genetik suatu organisme dengan mengintroduksi gen yang interes ke dalam suatu organisme.

2. Kloning

Kloning, atau transplantasi inti, merupakan teknik untuk menghasilkan individu yang memiliki kesamaan genetik dengan induknya. Proses ini dilakukan dengan memindahkan

⁴⁹ Prasetya Eko, "Pembelajaran 11: Bioteknologi," *Modul Belajar Mandiri Bioteknologi*, 2021, 256–57.

inti sel donor ke dalam sel telur yang intinya telah diambil. Setelah itu, sel telur diberi rangsangan berupa kejutan listrik atau bahan kimia untuk memicu pembelahan. Ketika embrio hasil kloning mencapai tahap perkembangan tertentu, embrio tersebut dipindahkan ke rahim hewan betina sejenis. Hewan betina tersebut kemudian akan mengandung dan melahirkan individu hasil kloning.⁵⁰

3. Fusi Protoplasma

Fusi protoplasma, yang juga dikenal sebagai teknologi hibridoma, adalah teknik penggabungan dua sel dari jaringan yang berbeda sehingga terbentuk sel hibrida yang membawa sifat dari kedua sel asalnya. Proses penggabungan ini biasanya dilakukan dengan memanfaatkan medan listrik untuk memicu peleburan protoplasma.

B. Kajian Studi Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian dari Siti Nurliana Moha (2024) dengan judul “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Kelas X Di SMA Negeri 3 Gorontalo Utara” diketahui bahwa evaluasi hasil pembelajaran diperoleh dari tes belajar siswa melalui metode pretest dan posttest, dengan nilai rata-rata

⁵⁰ Munawir, “Modul Pembelajaran Biologi Bioteknologi,” Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas, 2020, 1–48.

mencapai 0,60 (sedang). Dari sini, dapat disimpulkan bahwa siswa dengan kategori sedang menunjukkan peningkatan dalam pembelajaran mereka dengan modul elektronik yang berbasis proyek. Hal ini disebabkan karena nilai siswa sebelumnya tidak memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM). Hasil penelitian ini dapat dijadikan pegangan bagi peneliti dalam memperkuat pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang akan dilakukan oleh peneliti. Selain itu, karakteristik materi yang digunakan oleh Siti dan peneliti masih berada dalam bidang yang sama, yakni biologi.⁵¹

2. Hasil penelitian dari Ayu Tri Musdalifah (2026) Pengembangan E-Module interaktif Berbasis PjBL Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA” menunjukkan e-module interaktif berbasis *Project Based Learning* pada materi inovasi teknologi biologi untuk melatih keterampilan berpikir kritis memperoleh validitas sebesar 96,4%, yang menunjukkan bahwa e-module ini sangat valid dan layak diterapkan. Kepraktisan e-module tersebut juga sangat tinggi, dengan persentase 97,2% pada angket respon siswa, 95,8% pada angket respon guru, 94% pada keterlaksanaan aktivitas siswa, 97,5% pada aspek penilaian proyek, dan 96% pada hasil pengerjaan soal-soal. Dari segi efektivitas, e-module ini dinilai efektif dengan skor N-gain rata-

⁵¹ Siti Nurliana. Moha et al., “Pengembang E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Kelas X Di SMA Negeri 3 Gorontalo Utara,” *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7, no. 4 (2024): 14980–89.

rata 77,2% dan ketuntasan post-test sebesar 92%, dengan kategori sangat efektif. Temuan ini mendukung upaya peneliti untuk mengembangkan e-modul berbasis pembelajaran proyek.⁵²

3. Hasil penelitian dari Siti Masinah (2025) dengan judul “Pengembangan E-Bio: E-Modul Pembelajaran Biologi Materi Bioteknologi Terintegrasi Nilai Keislaman” menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan sangat baik dengan persentase 77,69% sehingga termasuk kategori sangat praktis. Hal ini terlihat dari respons siswa pada aspek ketertarikan, materi, dan bahasa yang menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan, menarik secara visual, serta membantu pemahaman materi bioteknologi. Selain itu, validasi ahli materi pada aspek *affective consideration* memperoleh persentase 91,66% dengan kategori sangat valid, yang mengindikasikan bahwa e-modul dapat meningkatkan motivasi belajar melalui penyajian materi yang kontekstual, tampilan menarik, dan aktivitas yang mendorong keterlibatan siswa. Kesamaan bidang biologi turut memperkuat relevansi penelitian ini sebagai dasar pendukung penelitian selanjutnya.⁵³

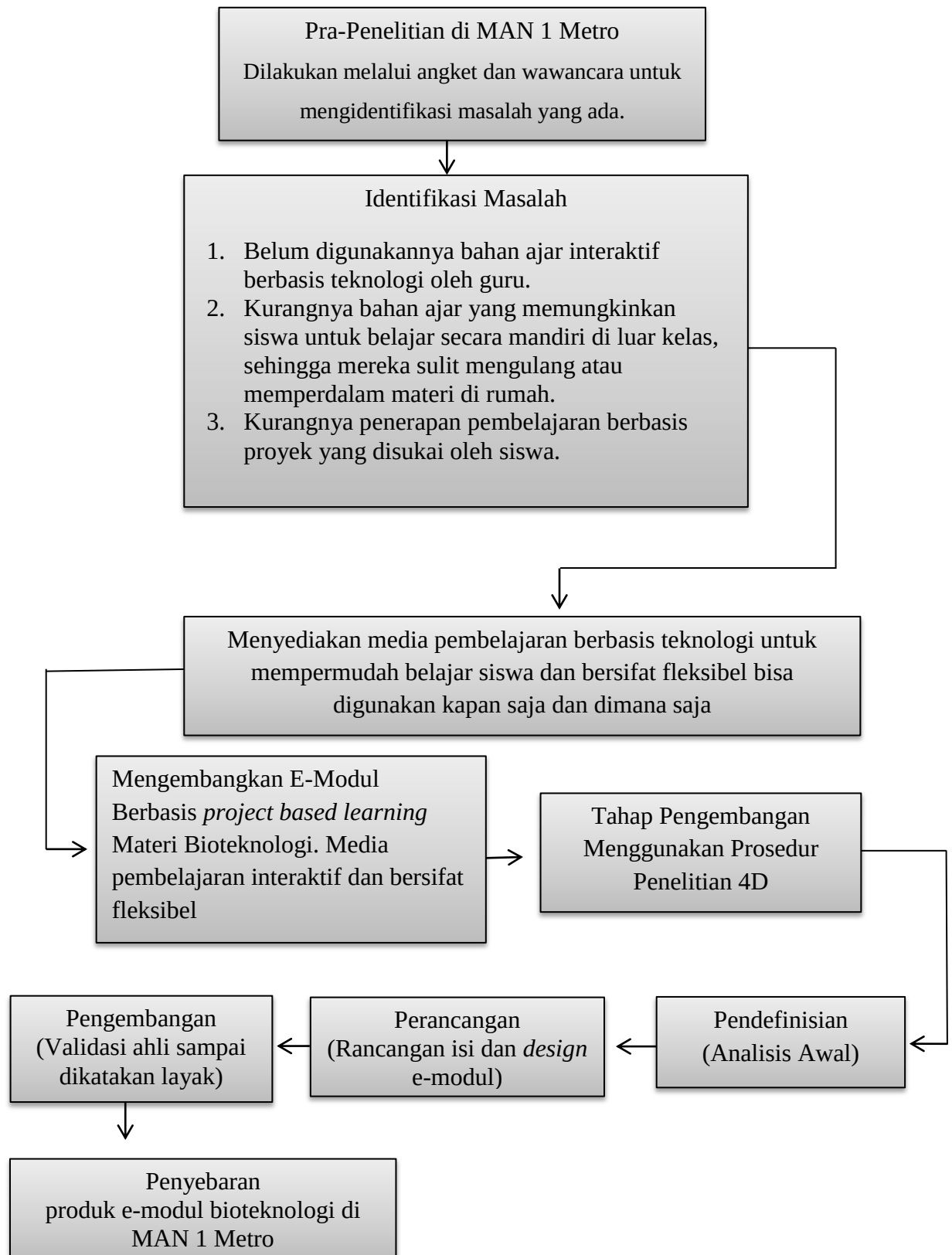
⁵² Ayu Tri Musdalifah, “Pengembangan E-Module Interaktif Berbasis PjBL Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA,” *BioEdu* 15, no. 1 (2026): 39–55. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v15n1.p39-55>

⁵³ Siti Masinah dan Achmad Ali Fikri, “Pengembangan E-Bio : E-Modul Pembelajaran Biologi Materi Bioteknologi Terintegrasi Nilai Keislaman,” *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan* 5 (2025): 136–49. <https://doi.org/10.17977/um009v31i22022p112>.

C. Kerangka Pikir

Kerangka berpikir digunakan sebagai pendekatan untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini. Penelitian diawali dengan kegiatan pra-penelitian di MAN 1 Metro melalui penyebaran angket dan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pendidik dan peserta didik dalam pembelajaran biologi, khususnya pada materi bioteknologi.

Berdasarkan hasil pra-penelitian tersebut, dikembangkan e-modul bioteknologi berbasis *Project Based Learning* (PjBL) sebagai solusi pembelajaran. E-modul yang dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh validator ahli materi dan validator ahli media untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebelum digunakan dalam pembelajaran. Alur pemikiran penelitian ini selanjutnya disajikan dalam bentuk peta konsep pada bagian berikut.



Gambar 2.5 Bagan Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Peneliti menggunakan jenis penelitian *research and development* (R&D). R&D adalah metode penelitian yang menciptakan produk baru atau memperbaiki produk yang sudah ada dengan perbaikan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.⁵⁴ Penelitian ini mengaplikasikan model pengembangan 4D yang diajukan oleh Thiagarajan. Model 4D memiliki kerangka yang langkah-langkahnya praktis, sederhana dan sistematis.⁵⁵ Langkah-Langkah model Thiagarajan diuraikan secara singkat sebagai berikut: (1) *Define* (Pendefinisian) yaitu aktivitas yang melibatkan penelusuran latar belakang serta analisis tujuan. Pada tahap ini, dilakukan penentuan produk yang akan dikembangkan, serta detail-detail yang penting; (2) *Design* (Perancangan), yaitu tahapan yang berfokus pada perancangan produk yang sudah ditentukan sebelumnya; (3) *Development* (Pengembangan), yaitu proses pengubahan rancangan desain menjadi produk serta melakukan pengujian validitas untuk memastikan produk memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan; (4)

⁵⁴ Birru Muqdamien et al., “Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun,” *Jurnal Intersections* 6, no. 1 (2021): 23–33, <https://doi.org/10.47200/intersections.v6i1.589>.

⁵⁵ Laila Mufida, Marianus Subandowo Subandowo, dan Wawan Gunawan, “Pengembangan E-Modul Kimia Pada Materi Struktur Atom Untuk Meningkatkan Hasil Belajar,” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)* 7, no. 1 (2022): 138–46, <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i1.2498>.

Dissemination (penyebaran) yaitu langkah-langkah untuk menyebarluaskan produk yang sudah diuji agar dapat digunakan oleh orang lain.⁵⁶

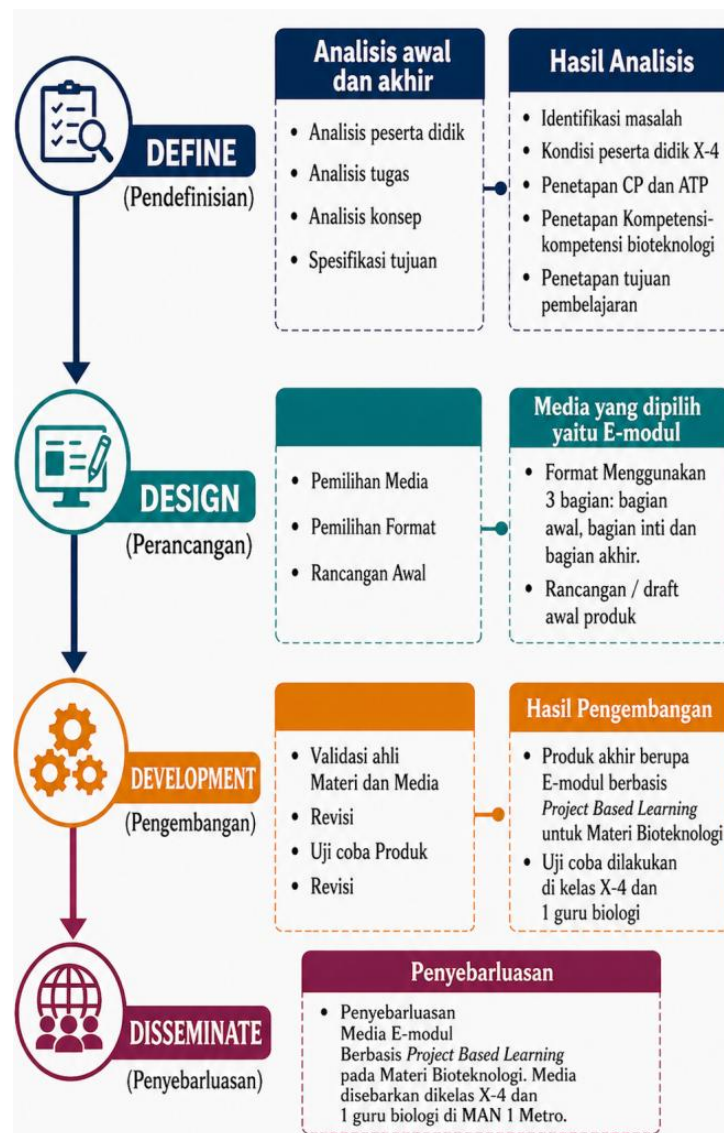
Model 4D berkontribusi dalam memastikan bahwa proses pengembangan berlangsung dengan sistematis dan terstruktur. Dalam penelitian ini, akan dirancang sebuah e-modul berbasis proyek yang memfokuskan pada pembahasan mengenai bioteknologi untuk siswa kelas X SMA. Hasil produk dari pengembangan pada penelitian ini yaitu e-modul yang dibuat sebagai media digital non cetak. Setelah proses pengembangan produk selesai, tahap berikutnya yaitu uji kepraktisan dan melaksanakan percobaan produk guna melakukan evaluasi.⁵⁷

B. Prosedur Pengembangan

Berikut langkah-langkah pengembangan model 4D:

⁵⁶ Safarena Salsabella, Tuti Iriani, dan Rosmawita Saleh, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D," *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 5, no. 2 (2023): 541–50, <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/12841>.

⁵⁷ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), <https://doi.org/UniversitasJambi>.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran 4-D (Thiagarajan et al., 1974)

Sumber: Gambar dibuat oleh Desi Rismawati menggunakan ChatGPT, (26 April 2026), <https://chatgpt.com/>.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Define merupakan tahap awal dalam proses pengembangan e-modul yang berperan penting untuk memastikan pengembangan berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan perumusan kebutuhan, serta penetapan tujuan dan batasan pengembangan yang akan dilaksanakan. Tahap *define* terdiri dari lima tahap, yang mencakup:

a. *Front-end Analysis* (Analisis awal-akhir)

Front-end analysis digunakan untuk menemukan dan menetapkan masalah utama pembelajaran. Pada fase ini, akan menganalisis kebutuhan guru dan siswa.⁵⁸

b. *Learner Analysis* (Analisis Peserta didik)

Analisis terhadap siswa dilaksanakan untuk mendapatkan pemahaman mengenai tantangan yang dialami oleh siswa berkenaan dengan materi yang diajarkan, bahan yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam proses belajar dengan cara membagikan kuesioner kepada siswa.⁵⁹ Tahap ini adalah langkah untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis informasi tentang siswa guna mengetahui sifat dan kebutuhan mereka. Karakteristik meliputi latar belakang siswa, perkembangan berpikir, pengetahuan fundamental, serta pengalaman siswa. Analisis ini mendukung proses pengambilan keputusan untuk merancang serta melangsungkan pengembangan e-modul yang interaktif.

c. *Task Analysis* (Analisis Tugas)

Analisis tugas mencakup analisis capaian belajar (CP), dan alur tujuan pembelajaran (ATP) yang berkaitan pada materi bioteknologi. Metode ini digunakan untuk menentukan tugas yang akan dilakukan oleh siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan hasil

⁵⁸ *Ibid.*, 43.

⁵⁹ Putri Sindia Mutiara, "Pengembangan Bahan Ajar Menggunakan Model Pembelajaran Search Solve Create Share Pada Materi Spldv," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2021).

analisis, capaian pembelajaran (CP) pada akhir Fase E menunjukkan bahwa peserta didik dapat memahami konsep dasar bioteknologi serta mengidentifikasi penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.⁶⁰

d. *Concept Analysis* (Analisis Konsep)

Tahap ini merupakan proses mengidentifikasi komponen-komponen dari materi bioteknologi. Proses ini dilakukan sebelum penyusunan bahan ajar sehingga materi dapat disusun secara sistematis untuk digunakan dalam e-modul.⁶¹ Kegiatan analisis ini menjadi pondasi dalam menentukan tujuan belajar. Proses ini dilakukan dengan mengacu pada capaian dan tujuan pembelajaran mengenai topik bioteknologi.⁶²

e. *Analisis Tujuan Pembelajaran* (*Specifying Instructional Objectives*)

Tahap analisis ini dijalankan dengan meneliti bahan dan kurikulum yang ada agar dapat menetapkan tujuan pembelajaran.⁶³ Hasil analisis menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran untuk materi bioteknologi yaitu:

- 1) Memahami pengertian dan prinsip dasar bioteknologi.
- 2) Mengenal perkembangan bioteknologi dari dulu sampai sekarang.

⁶⁰ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), <https://doi.org/Universitas Jambi>.

⁶¹ Safarena Salsabella, Tuti Iriani, dan Rosmawita Saleh, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D," *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 5, no. 2 (2023): 541–50, <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/12841>.

⁶² Atika Triana, "Pengembangan Bahan Ajar Modul Berbasis Contextual Learning Kelas IV SD/MI," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020).

⁶³ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), <https://doi.org/Universitas Jambi>.

- 3) Mengidentifikasi macam-macam bioteknologi serta membedakan bioteknologi konvensional dan modern.
- 4) Menjelaskan contoh penerapan bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari.
- 5) Menjelaskan penerapan bioteknologi modern dan manfaatnya di berbagai bidang.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini, memulai rancangan bahan ajar yang akan dikembangkan. Peneliti mempersiapkan *prototype* modul yang menggunakan pembelajaran berbasis proyek, yang meliputi: pembuatan desain bagian sampul, pengorganisasian materi agar sesuai dengan tujuan pembelajaran.⁶⁴ Tahap perencanaan ini meliputi:

a. Pemilihan Media

Tujuan dari proses pemilihan media ini adalah untuk menemukan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik materi dan kebutuhan peserta didik sehingga bahan ajar dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin selama kegiatan belajar.⁶⁵

⁶⁴ Fitria Nur Hasanah et al., “Pengembangan Modul Pemrograman Visual berbasis Project Based Learning,” *Edu Komputika Journal* 9, no. 1 (2022): 37–43, <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v9i1.56857>.

⁶⁵ Safarena Salsabella, Tuti Iriani, dan Rosmawita Saleh, “Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D,” *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 5, no. 2 (2023): 541–50, <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/12841>.

b. Pemilihan Format

Pada proses pengembangan, pemilihan format memiliki tujuan untuk menyusun materi pembelajaran, sumber daya , serta mengatur dan merencanakan isi modul. Di samping itu, juga untuk merancang modul yang mencakup tata letak, ilustrasi, dan teks.⁶⁶ Format e-modul disajikan sebagai berikut:

- 1) Bagian awal mencakup: cover, kata pengantar, daftar isi, identitas e-modul, deskripsi e-modul, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), petunjuk penggunaan e-modul, dan peta konsep.
- 2) Bagian inti, mencakup: uraian materi, video, ilustrasi atau gambar, informasi-informasi penting dan kuis singkat.
- 3) Bagian akhir, terdiri dari: LKPD, soal evaluasi, glosarium, daftar pustaka, dan biodata penulis.⁶⁷

c. Rancangan Awal

Tahap awal rancangan penelitian berkaitan dengan langkah pertama dalam merencanakan dengan membuat kerangka awal produk (*prototype*). Proses desain yang pertama kali mencakup pembuatan visualisasi produk sebelum melanjutkan ke tahap validitas. Menggambarkan gagasan dan konsep yang akan dikembangkan adalah tujuan dari rancangan ini. Sebelum produk sepenuhnya dikembangkan

⁶⁶ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), [https://doi.org/Universitas Jambi](https://doi.org/Universitas%20Jambi).

⁶⁷ Siti Wulandari, "Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning pada Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif untuk Siswa Kelas VIII SMP/MTS," *Skripsi*, 2021, Institut Agama Islam Negeri Jember, http://digilib.uinkhas.ac.id/5698/1/SITI_WULANDARI_T201710012.pdf.

dan digunakan, peneliti dapat menemukan masalah dan memperbaikinya dengan melakukan tahap desain awal dan validasi.⁶⁸

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk membuat e-modul yang telah diperbaiki yang didasarkan pada umpan balik para ahli dan uji coba pada siswa.⁶⁹ Tahap pengembangan dilakukan untuk menilai kelayakan e-modul. Pada fase ini, peneliti akan melakukan validasi produk dari e-modul yang telah disusun kepada validator, yang terdiri dari ahli materi dan ahli media.⁷⁰

a. Validasi Ahli

Validasi dilakukan oleh para ahli untuk mengevaluasi kelayakan produk. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan sesuai dengan standar konsep dan prosedur. E-modul interaktif disesuaikan dengan saran dan komentar ahli. Proses validasi dilakukan oleh tim ahli yang terdiri dari ahli media dan ahli materi.⁷¹

⁶⁸ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), [https://doi.org/Universitas Jambi](https://doi.org/Universitas%20Jambi).

⁶⁹ Safarena Salsabella, Tuti Iriani, dan Rosmawita Saleh, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D," *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 5, no. 2 (2023): 541–50, <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/12841>.

⁷⁰ Fitria Nur Hasanah et al., "Pengembangan Modul Pemrograman Visual berbasis Project Based Learning," *Edu Komputika Journal* 9, no. 1 (2022): 37–43, <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v9i1.56857>.

⁷¹ Fitria Nur Hasanah et al., "Pengembangan Modul Pemrograman Visual berbasis Project Based Learning," *Edu Komputika Journal* 9, no. 1 (2022): 37–43, <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v9i1.56857>.

b. Uji Coba Produk

Produk yang telah disiapkan sesuai dengan masukan dari para ahli, selanjutnya akan diuji kepada siswa dalam aktivitas belajar di sekolah. Pada fase ini, peneliti akan mencoba e-modul yang didasarkan pada pembelajaran berbasis proyek kepada siswa untuk mengidentifikasi bagian yang perlu diperbaiki, yang didasarkan pada respon, reaksi, dan saran dari siswa.⁷²

Setelah pengujian dilakukan, hasilnya akan dianalisis untuk menemukan masalah yang harus diperbaiki.⁷³ Dalam percobaan ini, para siswa diminta untuk mengisi angket guna mengevaluasi seberapa baik produk yang telah dikembangkan. Pada percobaan dengan kelompok besar, terdapat lebih dari 30 pelajar dengan beragam karakter yang sesuai dengan karakteristik kelompok yang dituju.

c. Revisi Produk

Jika uji coba produk menunjukkan bahwa respons guru dan siswa menunjukkan bahwa e-modul yang berbasis proyek untuk materi bioteknologi lebih efektif dan menarik dalam proses pembelajaran, maka bahan ajar e-modul sudah lengkap dan menghasilkan produk akhir. Akan tetapi, jika e-modul tersebut belum memenuhi standar kualitas yang diharapkan, maka perlu dilakukan revisi dan

⁷² Siti Wulandari, "Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning pada Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif untuk Siswa Kelas VIII SMP/MTS," *Skripsi*, 2021, Institut Agama Islam Negeri Jember, http://digilib.uinkhas.ac.id/5698/1/SITI_WULANDARI_T201710012.pdf.

⁷³ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), https://doi.org/Universitas_Jambi.

peningkatan dalam pengembangan modul ini, agar dapat dimanfaatkan secara efektif dalam proses pembelajaran di kelas.⁷⁴

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahapan *disseminate* adalah aktivitas yang bertujuan untuk menyebarluaskan produk akhir agar siap diaplikasikan dalam proses pembelajaran.⁷⁵ E-Modul dibagikan kepada institusi pendidikan yang menjadi subjek penelitian, yaitu MAN 01 Metro. Produk yang telah dikembangkan dapat disalurkan dalam jumlah besar jika umpan balik yang diterima mengenai e-modul interaktif sudah positif.⁷⁶

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Setelah menyelesaikan fase validasi produk, langkah selanjutnya adalah menguji produk tersebut. Dalam fase validasi, diperlukan dua validator yang merupakan dosen dari UIN Jurai Siwo Lampung untuk menilai tingkat kelayakan produk. Setelah itu, dilakukan perbaikan hingga produk dianggap siap untuk digunakan. Setelah tahap ini selesai, e-modul diuji pada kelompok besar yang terdiri dari satu kelas X MAN 1 Metro untuk mengetahui respon mereka terhadap e-modul berbasis *project based learning* yang sedang dikembangkan.

⁷⁴ Atika Triana, "Pengembangan Bahan Ajar Modul Berbasis Contextual Learning Kelas IV SD/MI," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020).

⁷⁵ Novy Rizky Wahyuningtyas, "Pengembangan E-Modul Pembelajaran Sejarah Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan High Order Thinking Skill (HOTS) Dengan Model 4D," *Skripsi* (Universitas Jember, 2019).

⁷⁶ Afifah Hana Fitria, "Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar," *Skripsi* (Universitas Jambi, 2024), <https://doi.org/UniversitasJambi>.

2. Subjek Uji Coba

Dalam penelitian ini, subjek uji coba terdiri dari guru dan siswa, dan kriteria untuk subjek uji coba tersebut adalah sebagai berikut:

a. Guru

Guru yang terlibat untuk penelitian ini yaitu 1 orang pendidik di MAN 1 Metro dengan syarat minimal memiliki gelar S1 dan memiliki penguasaan dalam bidang Biologi, khususnya terkait dengan materi bioteknologi.

b. Siswa

Penelitian ini melibatkan 30 siswa dari kelas X.4 di MAN 1 Metro sebagai sampel penelitian. Para siswa ini dipilih sebagai subjek untuk memahami bagaimana tanggapan siswa pada e-modul yang telah dirancang dan untuk menilai keefektifan modul tersebut.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan tahap yang digunakan oleh peneliti untuk mendapatkan data atau detail yang penting dalam sebuah penelitian.⁷⁷ Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan, yaitu:

1) Wawancara

Wawancara adalah teknik yang digunakan untuk mengumpulkan informasi di mana peneliti mengajukan pertanyaan kepada informan.

⁷⁷ Bella Dwi Lestari, "Pengembangan Modul Kalkulus Pada Materi Turunan Bernuansa Keislaman dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018).

Teknik ini diterapkan ketika peneliti berencana untuk melakukan studi pendahuluan guna mengidentifikasi isu yang perlu diteliti dan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dari informan. Wawancara yang dilaksanakan bertujuan untuk mengumpulkan informasi awal tentang riset, dan data yang didapatkan akan dimanfaatkan sebagai referensi dalam mengembangkan materi pengajaran e-modul yang berbasis proyek.⁷⁸

2) Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan informasi yang meliputi penyampaian rangkaian pertanyaan atau pernyataan pada responden. Setelah itu, responden akan memberikan tanggapan terhadap serangkaian pertanyaan atau pernyataan yang disajikan. Kuesioner dapat berisi pertanyaan atau pernyataan yang bersifat tertutup maupun tidak tertutup. Penelitian ini, menggunakan tiga jenis angket untuk mengumpulkan data atau informasi, yaitu:

- a. Angket pra penelitian untuk mengidentifikasi masalah utama dan mengumpulkan data untuk pendahuluan.
- b. Angket validasi, untuk menilai kelayakan e-modul dari para validator.

⁷⁸ Edi Wibowo, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018), [http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI FIX EDI.pdf](http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI%20FIX%20EDI.pdf).

- c. Angket respon guru dan siswa, untuk mengetahui respon atau tanggapan mereka terhadap e-modul yang dikembangkan.⁷⁹

3) Dokumentasi

Selain tiga teknik pengumpulan data yang telah disebutkan sebelumnya, riset ini juga memakai teknik dokumentasi untuk mendukung informasi yang telah diperoleh. Dokumentasi ini terdiri dari gambar hasil pengamatan pra survei atau pengujian produk di kelas, teks bisa berupa kuesioner dan panduan untuk wawancara, dan juga rekaman audio ketika sesi wawancara berlangsung. Ini diterapkan karena untuk memperoleh informasi yang tepat, dan tidak hanya dari individu namun dari dokumen juga.⁸⁰

2. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian berguna sebagai sarana penilaian dalam suatu riset. Berikut ini adalah instrumen yang digunakan:

a. Instrumen Studi Pendahuluan

- 1) Pedoman wawancara: ditujukan kepada guru kelas X. Panduan wawancara digunakan untuk mengumpulkan informasi dalam mempelajari ciri-ciri siswa dan bahan ajar yang dimanfaatkan di sekolah. Panduan wawancara ini digunakan saat tahap analisis.
- 2) Angket: diberikan pada 30 siswa dan 1 guru. angket ini dipakai untuk memahami apa pendapat siswa dan guru tentang materi

⁷⁹ Bella Dwi Lestari, "Pengembangan Modul Kalkulus Pada Materi Turunan Bernuansa Keislaman dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018).

⁸⁰ Edi Wibowo, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018), http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI_FIX_EDI.pdf.

Bioteknologi serta penggunaan bahan ajar e-modul selama proses belajar mengajar.⁸¹

- 3) Dokumentasi: dilakukan pada tahap pra penelitian dan tahap riset. Tahap pra penelitian, dokumentasi diperoleh melalui observasi awal di kelas X.4 MAN 1 Metro serta wawancara dengan guru untuk mengetahui kondisi pembelajaran. Sedangkan pada tahap penelitian, dokumentasi dilakukan selama proses penggunaan produk oleh guru dan siswa.

b. Instrumen Validasi Ahli

1) Angket Validasi untuk Ahli Materi

Instrumen penilaian yang dipakai oleh ahli materi berupa angket. Dalam penelitian ini, ahli materi merupakan salah satu dosen dari Program Studi Tadris Biologi UIN Jurai Siwo Lampung. Instrumen penilaian yang digunakan ahli materi berlandaskan dari faktor isi materi, teknik penyampaianya, serta strategi pembelajaran.⁸² Kisi-kisi instrumen validasi oleh ahli materi disajikan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

No	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah
1.	Aspek Materi	Kesesuaian dengan CP dan kurikulum.	1,2	2
		Kejelasan materi.	3,6	2
		Kesesuaian materi dengan tingkat	4	1

⁸¹ Atika Triana, "Pengembangan Bahan Ajar Modul Berbasis Contextual Learning Kelas IV SD/MI," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020).

⁸² Riska Wijayati, "Analisis Desain KIT Multimedia Materi Gerak dan Gaya Berbentuk Permainan Ular Tangga Untuk Memfasilitasi Gaya Belajar Siswa SMP/MTs," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Kudus, 2022).

		kemampuan siswa		
		Kelengkapan dan keakuratan materi.	5,7	2
		Kesesuaian ilustrasi yang digunakan.	8	1
		Materi mendukung tahapan PjBL.	9	1
		Kesesuaian kuis dengan materi.	10	1
2.	Aspek Bahasa	Keselaran bahasa dengan kemampuan siswa.	11	1
		Kekomunikatifan dan ketepatan bahasa.	12,13	2
		Kejelasan kalimat.	14,15	2
3.	Aspek Penyajian	Penyajian yang menarik dan mendukung untuk pembelajaran mandiri.	16, 17	2
		Kejelasan struktur dan elemen.	18	1
		Kegiatan eksperimen sederhana.	19	1
		E-modul menyajikan materi yang mendukung proyek siswa.	20	1
Jumlah Butir Penilaian				20

Sumber: Skripsi Sindi Aulia, 2022 (Dimodifikasi)⁸³

2) Angket Validasi untuk Ahli Media

Ahli media dalam riset ini yakni salah satu dosen Program Studi Tadris Biologi UIN Jurai Siwo Lampung. Instrumen penilaian ahli media mencakup berbagai perspektif, termasuk desain, fitur dan karakteristik media.⁸⁴ Kisi-kisi instrumen validasi oleh ahli materi disajikan pada tabel 3.2 berikut.

⁸³ Sindi Aulia, "Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Microsoft Power Point Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Siswa Kelas X SMA," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022).

⁸⁴ Riska Wijayati, "Analisis Desain KIT Multimedia Materi Gerak dan Gaya Berbentuk Permainan Ular Tangga Untuk Memfasilitasi Gaya Belajar Siswa SMP/MTs," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Kudus, 2022).

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Media

No	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah
1.	Aspek Tampilan	Tampilan yang menarik	1	5
		Desain <i>layout</i> tersusun rapi	2	
		Ketepatan pemilihan warna, jenis dan ukuran font	3, 4	
		Ilustrasi yang digunakan jelas dan sesuai	5	
2.	Aspek Keterbacaan	Ketepatan spasi antar baris dan paragraf	6	2
		Kontras antar teks dan latar belakang jelas	7	
3.	Navigasi	Navigasi berfungsi dengan baik	8	3
		Tombol navigasi mudah digunakan	9	
		Pengguna tidak kesulitan	10	
4.	Konsistensi Desain	Konsistensi <i>layout</i>	11	3
		Konsistensi <i>font</i> dan warna desain	12	
		Konsistensi antara daftar isi dan isi.	13	
5.	Komponen Visual	Ilustrasi jelas dan tidak blur	14	3
		Ketepatan penempatan gambar/teks	15	
		Desain tidak tumpang tindih	16	
6.	Kejelasan Struktur	Struktur penggunaan e-modul terorganisir	17	2
		Ketepatan urutan judul, sub judul dan konten.	18	
7.	Kemudahan Penggunaan	Mudah diakses disemua perangkat	19	1
8.	Kesesuaian dengan PjBL	Media mendukung tahapan pembelajaran berbasis proyek	20	1

Jumlah Butir Penilaian	20
-------------------------------	-----------

Sumber: Skripsi Sindi Aulia, 2022 (Dimodifikasi)⁸⁵

c. Angket Respon Guru dan Siswa

Angket ini berfungsi untuk mengukur efisiensi atau kepraktisan e-modul berdasarkan tanggapan dari guru dan siswa.⁸⁶ Kisi-kisi instrumen validasi oleh ahli materi disajikan pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Respon Guru

No.	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah
1.	Aspek Materi	Kesesuaian dengan CP dan kurikulum.	1	1
		Kelengkapan dan kejelasan materi.	2,3,4	3
		Materi memotivasi dan mendorong siswa untuk berpikir kritis.	5	1
2.	Aspek Bahasa	Kesesuaian bahasa dengan tingkat kemampuan.	6	1
		Kejelasan kalimat dan tidak bersifat ambigu.	7,8,9	3
		Instruksi dalam e-modul jelas.	10	1
3.	Aspek Media	Tampilan yang menarik.	11	1
		E-Modul mendukung pemahaman siswa.	12	1
		E-modul mendukung pembelajaran berbasis proyek.	13	1
		Kemudahan penggunaan.	14,15	2
		Kesesuaian kombinasi warna, <i>font</i> dan ukuran font.	16	1

⁸⁵ Sindi Aulia, "Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Microsoft Power Point Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Siswa Kelas X SMA," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022).

⁸⁶ Siti Wulandari, "Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning pada Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif untuk Siswa Kelas VIII SMP/MTS," *Skripsi*, 2021, Institut Agama Islam Negeri Jember, http://digilib.uinkhas.ac.id/5698/1/SITI_WULANDARI_T201710012.pdf.

		Ketepatan ilustrasi dengan materi.	17	1
		E-Modul memuat isi yang relevan.	18	1
		Kepraktisan e-modul	19,20	2
Jumlah Butir Penilaian				20

Sumber: Skripsi Sindi Aulia, 2022 (Dimodifikasi)⁸⁷

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Respon Peserta Didik

No	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah
1.	Respon Siswa	Kejelasan tujuan pembelajaran.	1	1
		Kemudahan penggunaan e-modul.	2,5	2
		Tampilan desain menarik.	3	1
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami.	4	1
		Membantu memahami materi.	6,7,9	3
		Menyenangkan untuk digunakan.	8	1
		Kepraktisan dan kepuasan penggunaan e-modul.	10	1
Jumlah Butir Penilaian				10

Sumber: Skripsi Sindi Aulia, 2022 (Dimodifikasi)⁸⁸

E. Teknik Analisis Data

Penelitian dan pengembangan (R&D) ini, peneliti mengumpulkan dua jenis data. Data kuantitatif yaitu data yang dapat diukur atau dihitung secara langsung dalam bentuk angka. Data ini diperoleh dari skor angket yang diberikan oleh validator serta hasil penilaian peserta didik. Data kualitatif yaitu data dalam bentuk deskriptif yang disajikan dalam kalimat. Data ini

⁸⁷ Sindi Aulia, "Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Microsoft Power Point Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Siswa Kelas X SMA," *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022).

⁸⁸ *Ibid.*

mencakup kritik dan saran dari validator terhadap produk yang dikembangkan serta deskripsi keterlaksanaan uji coba produk.

Pada penelitian dan pengembangan ini, menggunakan skala Likert untuk menganalisis data. Skala ini diterapkan untuk menilai perilaku, tanggapan, dan pemahaman individu atau kelompok tertentu. Skala Likert yang digunakan dalam kuesioner mempunyai lima opsi respon. Evaluasi dari validator ahli media, validator ahli materi, serta respon dari guru dan siswa menunjukkan mengenai kelayakan media yang ditambahkan dalam tabel.⁸⁹ Teknik analisis data pada penelitian ini meliputi analisis data hasil validasi dan analisis respons siswa, dengan rincian sebagai berikut:

1. Analisis Data Validasi Ahli

Angket yang digunakan untuk memvalidasi kesesuaian materi dan desain produk yang dibuat memiliki 5 pilihan jawaban dengan jumlah item pernyataan sebanyak 20. Data tentang kesesuaian ini dipakai untuk menilai kelayakan produk yang dibuat. Berikut ini adalah skor penilaian yang disajikan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Skor Penilaian

Penilaian	Skor Nilai
Sangat Layak	5
Layak	4
Cukup Layak	3
Kurang Layak	2
Tidak Layak	1

⁸⁹ Atika Triana, “Pengembangan Bahan Ajar Modul Berbasis Contextual Learning Kelas IV SD/MI,” *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020).

Total skor penilaian dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Skor Maksimum} &= \text{Skala Nilai Tertinggi} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 5 \times 20 = 100 \\
 \text{Skor Minimum} &= \text{Skala Nilai Terendah} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 1 \times 20 = 20 \\
 \text{Interval Skor} &= \frac{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Minimum}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{100 - 20}{5} = 16
 \end{aligned}$$

Rumus berikut digunakan untuk menghitung persentase tanggapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Tanggapan} &= \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \\
 \text{Persentase Terendah} &= \frac{\text{Skor Minimum}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \\
 &= \frac{20}{100} \times 100\% = 20\% \\
 \text{Rentang Persentase} &= \frac{\text{Persentase Tertinggi} - \text{Persentase Terendah}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 3.6 Kategori Penilaian

Skala Nilai	Skor Nilai	Persentase	Tingkat Validasi
5	$84 \leq S \leq 100$	84% – 100%	Sangat Layak
4	$68 \leq S \leq 84$	68% – 84%	Layak
3	$52 \leq S \leq 68$	52% – 68%	Cukup Layak
2	$36 \leq S \leq 52$	36% – 52%	Kurang Layak
1	$20 \leq S \leq 36$	20% – 36%	Tidak Layak

Berdasarkan tabel kelayakan, dapat diketahui bahwa produk yang sedang dalam proses pengembangan akan diselesaikan saat media

mencapai level kelayakan yang termasuk dalam kategori yang dianggap layak atau sangat layak.⁹⁰

2. Analisis Data Uji Coba Produk

Analisis mengenai pengujian produk dilakukan dengan memanfaatkan kuesioner dari para guru dan siswa, diperoleh melalui metode serupa dengan evaluasi alat penilaian dari ahli materi dan media. Kritik dan saran yang diberikan akan menjadi dasar untuk memperbaiki isi dari bahan ajar e-modul. Angket respons guru dan siswa memiliki ketentuan yang sama dengan instrumen validasi ahli, yaitu menggunakan skala Likert seperti pada Tabel 3.5. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis dengan menghitung skor rata-rata dan kemudian disimpulkan berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 3.7.⁹¹

Tabel 3.7 Skor Penilaian

Penilaian	Skor Nilai
Sangat Praktis	5
Praktis	4
Cukup Praktis	3
Kurang Praktis	2
Tidak Praktis	1

⁹⁰ *Ibid.*, 60.

⁹¹ Putri Sindia Mutiara, "Pengembangan Bahan Ajar Menggunakan Model Pembelajaran Search Solve Create Share Pada Materi Spldv," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2021).

Total skor penilaian dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Skor Maksimum} &= \text{Skala Nilai Tertinggi} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 5 \times 20 = 100 \\
 \text{Skor Minimum} &= \text{Skala Nilai Terendah} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 1 \times 20 = 20 \\
 \text{Interval Skor} &= \frac{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Minimum}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{100 - 20}{5} = 16
 \end{aligned}$$

Rumus berikut digunakan untuk menghitung persentase tanggapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Tanggapan} &= \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \\
 \text{Persentase Terendah} &= \frac{\text{Skor Minimum}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \\
 &= \frac{20}{100} \times 100\% = 20\% \\
 \text{Rentang Persentase} &= \frac{\text{Persentase Tertinggi} - \text{Persentase Terendah}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 3.8 Kategori Penilaian Untuk Respon Guru

Skala Nilai	Skor Nilai	Persentase	Tingkat Validasi
5	$84 \leq S \leq 100$	84% – 100%	Sangat Praktis
4	$68 \leq S \leq 84$	68% – 84%	Praktis
3	$52 \leq S \leq 68$	52% – 68%	Cukup Praktis
2	$36 \leq S \leq 52$	36% – 52%	Kurang Praktis
1	$20 \leq S \leq 36$	20% – 36%	Tidak Praktis

Total skor penilaian dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Skor Maksimum} &= \text{Skala Nilai Tertinggi} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 5 \times 10 = 50 \\
 \text{Skor Minimum} &= \text{Skala Nilai Terendah} \times \text{Jumlah Item} \\
 &= 1 \times 10 = 10 \\
 \text{Interval Skor} &= \frac{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Minimum}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{50 - 10}{5} = 8
 \end{aligned}$$

Rumus berikut digunakan untuk menghitung persentase tanggapan:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Tanggapan} &= \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \\
 \text{Persentase Terendah} &= \frac{\text{Skor Minimum}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \\
 &= \frac{10}{50} \times 100\% = 20\% \\
 \text{Rentang Persentase} &= \frac{\text{Persentase Tertinggi} - \text{Persentase Terendah}}{\text{Jumlah Skala Nilai}} \\
 &= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 3.9 Kategori Penilaian Untuk Respon Peserta Didik

Skala Nilai	Skor Nilai	Persentase	Tingkat Validasi
5	$42 \leq S \leq 50$	84% – 100%	Sangat Praktis
4	$34 \leq S \leq 42$	68% – 84%	Praktis
3	$26 \leq S \leq 34$	52% – 68%	Cukup Praktis
2	$18 \leq S \leq 26$	36% – 52%	Kurang Praktis
1	$10 \leq S \leq 18$	20% – 36%	Tidak Praktis

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi untuk siswa kelas X SMA/MA. E-modul ini dikembangkan untuk membantu peserta didik memahami konsep bioteknologi melalui pembelajaran berbasis proyek yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar. Pengembangan e-modul dilakukan menggunakan model 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap define terdiri dari lima tahap, yang mencakup:

a. *Front-end Analysis* (Analisis awal-akhir)

Tahap analisis awal-akhir, peneliti melaksanakan pra-penelitian untuk mengetahui kondisi dan permasalahan pembelajaran biologi di MAN 1 Metro serta melakukan identifikasi terhadap kebutuhan awal pembelajaran yang menjadi dasar dalam pengembangan produk. Pada tahap ini, data dikumpulkan melalui kegiatan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa guru biologi di MAN 1 Metro telah mengenal e-modul sebagai media pembelajaran digital, namun belum diterapkan dalam pembelajaran. Pembelajaran biologi masih didukung oleh penggunaan LKS dan media presentasi (*PowerPoint*). Pemanfaatan media pembelajaran interaktif

dan digital, termasuk pembelajaran berbasis proyek, masih belum optimal sehingga variasi media pembelajaran biologi belum berkembang secara maksimal.

b. *Learner Analysis* (Analisis Peserta didik)

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis terhadap karakteristik serta kebutuhan peserta didik melalui angket yang diberikan kepada siswa di MAN 1 Metro. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kesulitan belajar yang dialami siswa serta respons mereka terhadap proses pembelajaran yang berjalan. Hasil angket menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kendala dalam memahami materi, khususnya pada materi bioteknologi. Selain itu, bahan ajar yang digunakan dinilai belum optimal dalam mendukung pembelajaran mandiri di rumah. Pembelajaran yang masih didominasi oleh guru juga membuat proses belajar kurang menarik sehingga minat dan antusiasme siswa cenderung menurun. Hal tersebut diperkuat oleh pengamatan guru yang menyatakan bahwa siswa sering tampak kurang fokus dan kurang bersemangat selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

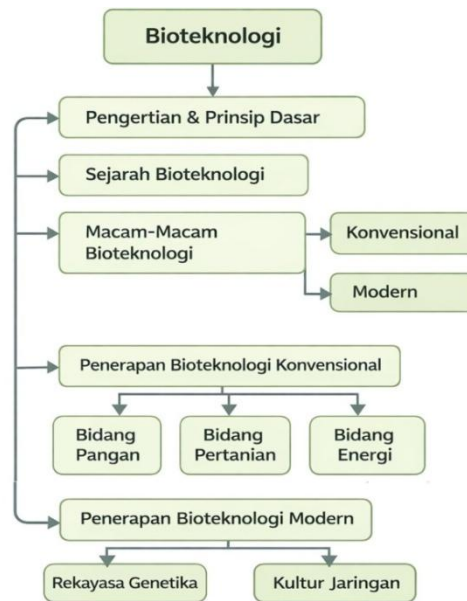
c. *Task Analysis* (Analisis Tugas)

Analisis tugas dilakukan untuk menetapkan capaian pembelajaran (CP) serta menentukan tugas yang harus dijalankan siswa dalam materi bioteknologi sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Analisis tugas pada materi Bioteknologi Fase E menghasilkan rincian kompetensi sebagai dasar pengembangan media pembelajaran yang mencakup tiga tugas

utama. Pertama, tugas kognitif yang menuntut peserta didik mampu membedakan prinsip bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern. Kedua, tugas prosedural yang menguraikan langkah-langkah sistematis dalam pembuatan produk bioteknologi pangan sederhana yang kontekstual dengan lingkungan peserta didik. Ketiga, tugas evaluatif yang bersifat menyeluruh, di mana peserta didik diharapkan mampu mengintegrasikan pemahaman konsep dan prosedur untuk menganalisis dampak penerapan bioteknologi, baik dari aspek lingkungan, sosial, maupun etika. Rincian tugas tersebut selanjutnya dijadikan sebagai dasar dalam penyusunan media pembelajaran yang dikembangkan agar selaras dengan prinsip pembelajaran. Kurikulum Merdeka menitikberatkan pada penguatan kompetensi, keterampilan berpikir kritis, serta pembelajaran yang bersifat kontekstual.

d. *Concept Analysis* (Analisis Konsep)

Analisis konsep dilakukan untuk menelaah konsep-konsep utama pada materi yang akan dikembangkan ke dalam media pembelajaran bioteknologi. Penyusunan materi didasarkan pada hasil studi pustaka yang relevan dengan tujuan pembelajaran. Hasil dari analisis konsep tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk peta konsep sebagaimana disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Peta konsep materi bioteknologi

Sumber: Gambar dibuat oleh Desi Rismawati menggunakan ChatGPT,
(26 April 2026), <https://chatgpt.com/>

e. Analisis Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

Tujuan pembelajaran bioteknologi dengan menggunakan media e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk membekali peserta didik agar mampu:

1. Peserta didik mampu memahami pengertian dan prinsip dasar bioteknologi.
2. Peserta didik mampu mengenal perkembangan bioteknologi dari masa ke masa.
3. Peserta didik mampu mengidentifikasi macam-macam bioteknologi serta membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
4. Peserta didik mampu menjelaskan contoh penerapan bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari.

5. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan bioteknologi modern serta manfaatnya di berbagai bidang kehidupan.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Berikut ini adalah penjelasan tentang tahap design:

a. Pemilihan Media

Pemilihan media pembelajaran didasarkan pada karakteristik peserta didik, tuntutan capaian pembelajaran, serta permasalahan yang ditemukan pada tahap analisis. Media yang dipilih diharapkan mampu memfasilitasi siswa dalam memahami materi secara mandiri, meningkatkan motivasi belajar, dan mendorong keterlibatan aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, media yang digunakan adalah e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL). E-modul dipilih karena praktis, mudah diakses, dan dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri. Selain itu, integrasi PjBL dalam e-modul memungkinkan siswa belajar melalui kegiatan proyek, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih kontekstual.

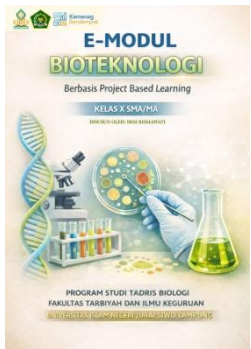
b. Pemilihan Format

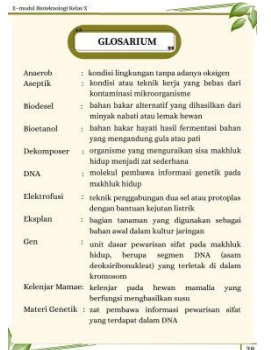
Format yang akan digunakan untuk e-modul dipilih dengan mempertimbangkan keterbacaan, kenyamanan visual, serta kemudahan akses bagi peserta didik. Perancangan tampilan dimulai dari bagian *cover* yang memuat judul, identitas materi, dan ilustrasi pendukung. Desain cover disusun dengan bantuan teknologi berbasis AI.

Pada bagian isi, e-modul menggunakan jenis huruf *Alice* sebagai *font* utama, sementara judul besar pada setiap bagian, seperti pendahuluan dan uraian materi, menggunakan *font Source Serif*. Ukuran huruf disesuaikan dengan fungsi *teks*, yaitu 24 untuk judul utama, 20,3 untuk subjudul, 17 untuk isi materi dan 18 untuk isi glosarium dan daftar pustaka. E-modul disusun dalam ukuran A4 (21 × 29,7 cm).

E-modul disajikan dalam format *flipbook* interaktif yang dirancang menggunakan Canva. Materi pembelajaran dilengkapi dengan video yang dapat diputar secara otomatis maupun video yang diakses melalui tautan tertentu. Selain itu, e-modul juga menyediakan LKPD berbasis *Liveworksheet* yang terhubung melalui *hyperlink*, sehingga peserta didik dapat mengerjakan latihan secara langsung. Berikut ini tabel 4.1 menunjukkan gambaran tampilan isi e-modul.

Tabel 4.1 Gambaran tampilan isi e-modul

Bagian Awal	Bagian Inti	Bagian Akhir
Cover 	Uraian Materi 	LKPD 

Bagian Awal	Bagian Inti	Bagian Akhir
Daftar Isi  Pendahuluan 	Penerapan Bioteknologi Modern 	Glosarium  Biodata 

c. Rancangan Awal

Rancangan awal mencakup perumusan ide, konsep, serta visualisasi awal produk yang meliputi struktur e-modul, penyajian materi, kegiatan pembelajaran berbasis proyek, serta komponen pendukung lainnya yang bersifat interaktif. Penyajian materi dirancang dilengkapi dengan gambar dan video penjelasan untuk membantu siswa memahami materi, terutama ketika mengalami kesulitan melalui penjelasan teks.

Selain itu, pada akhir pembelajaran, e-modul tersebut dilengkapi dengan kuis untuk mengukur tingkat pemahaman siswa. Penyusunan e-modul mengacu pada capaian pembelajaran (CP) dan tujuan

pembelajaran (TP) yang telah ditetapkan. Dengan demikian, materi, aktivitas, dan evaluasi yang disajikan sejalan dengan kompetensi yang harus dicapai siswa dan mendukung keterlibatan aktif siswa saat menerapkan pembelajaran berbasis *project based learning* (PjBL).

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap ini dilakukan melalui proses validasi produk oleh validator dan dilanjutkan dengan uji coba produk. Berikut penjelasan dari setiap tahap yang dilaksanakan pada proses pengembangan produk.

a. Validasi Ahli

Validasi produk merupakan tahapan penilaian kelayakan e-modul sebelum dilaksanakan uji coba. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian materi, kualitas tampilan media, serta keterkaitan e-modul dengan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) yang telah ditentukan.

Validasi dilakukan oleh dua validator, yaitu validator ahli media validator ahli materi. Penilaian ahli media ditekankan pada aspek desain, tampilan, keterbacaan, dan keinteraktifan e-modul, sedangkan penilaian ahli materi menekankan pada ketepatan konsep, kesesuaian materi dengan kurikulum, serta keterkaitannya dengan tujuan pembelajaran.

Saran dan masukan yang diberikan oleh validator digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi e-modul. Revisi dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk agar lebih optimal

dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Setelah melalui proses revisi, e-modul dinyatakan layak dan selanjutnya digunakan pada tahap uji coba produk untuk melihat respon pengguna dan keterlaksanaan pembelajaran.

b. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan untuk menilai tingkat kepraktisan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang telah dikembangkan. Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Rabu, 4 Maret 2026 di MAN 1 Metro. Uji coba dilakukan kepada 1 guru biologi dan 30 siswa kelas X.4 sebagai uji coba kelompok besar.

Guru biologi memberikan penilaian terhadap aspek kemudahan penggunaan, kejelasan materi, dan kesesuaian e-modul dengan proses pembelajaran biologi. Sementara itu, siswa menggunakan e-modul secara langsung dan memberikan respon melalui angket kepraktisan. Hasil uji coba ini digunakan sebagai dasar untuk menilai tingkat kepraktisan e-modul sebelum digunakan dalam pembelajaran.

c. Revisi Produk

Perbaikan produk dilakukan berdasarkan saran dan komentar yang diperoleh dari tahap validasi serta pelaksanaan uji coba. Revisi diarahkan pada peningkatan kualitas tampilan, kejelasan materi, kemudahan penggunaan, dan penyesuaian e-modul dengan tahapan *Project Based Learning* (PjBL). Setelah dilakukan perbaikan,

e-modul dinyatakan telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran dilaksanakan secara terbatas setelah produk dinyatakan layak digunakan. E-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Bioteknologi ini didistribusikan kepada guru biologi serta peserta didik kelas X di MAN 1 Metro. Penyebaran terbatas ini bertujuan untuk mengenalkan dan memanfaatkan e-modul dalam kegiatan pembelajaran biologi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pembatasan ruang lingkup penyebaran dilakukan karena penelitian ini berfokus pada pengembangan dan pengujian kelayakan produk, sehingga implementasi e-modul belum dilakukan secara luas.

B. Hasil Validasi

Validasi adalah proses pemeriksaan dan penilaian terhadap suatu produk untuk memastikan tingkat kelayakan, kualitas, dan kesesuaiannya dengan standar yang ditetapkan. Kegiatan validasi ini dilakukan oleh validator ahli materi yaitu Ibu Anisatu Z. Wakhidah, M.Si., dan validator ahli media yaitu Bapak Nasrul Hakim, M.Pd. Data hasil validasi diperoleh dalam dua bentuk, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari skor penilaian yang diberikan oleh para ahli melalui angket menggunakan skala Likert. Skor tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan e-modul yang dikembangkan berdasarkan aspek-aspek penilaian yang telah ditetapkan. Sementara itu, data kualitatif diperoleh dari saran, komentar, dan catatan

perbaikan yang diberikan oleh para validator. Data kualitatif tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi dan penyempurnaan e-modul sehingga produk yang dihasilkan lebih optimal serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Berikut ini hasil penyajian data validasi dari para ahli.

1. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan sebanyak dua kali. Aspek yang dinilai mencakup tampilan, keterbacaan, navigasi, konsistensi desain, komponen visual, kejelasan struktur penyajian, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian e-modul dengan sintaks PjBL. Validasi tahap pertama bertujuan untuk memperoleh masukan sebagai bahan perbaikan produk, sedangkan tahap kedua dilakukan untuk memastikan e-modul telah direvisi sesuai dengan saran yang diberikan. Hasil validasi ahli media disajikan pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil validasi ahli media tahap pertama

No	Pernyataan	Skor	Saran/Masukan
1.	Tampilan desain e-modul menarik.	2	Tampilan cover perlu diperbaiki, paduan warna masih terlihat pucat, perbaiki agar lebih menarik
2.	Desain layout (tata letak) tersusun dengan rapi.	3	Pada cover, logo hmps dan kampus Merdeka dihapus. Ganti dengan logo kemenag dan logo kemenag berdampak
3.	Pemilihan warna pada media menarik tidak terlalu mencolok dan mendukung kenyamanan dalam belajar.	2	Kombinasi warna pada halaman isi masih kurang menarik
4.	Pemilihan jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai, jelas dan mudah dibaca.	2	Perlu penyesuaian kembali jenis dan ukuran font agar

			lebih konsisten dan mudah dibaca
5.	Ilustrasi (gambar, teks dan video) yang digunakan dalam e-modul jelas dan sesuai dengan materi bioteknologi.	2	Beberapa gambar dan video masih kurang jelas (misalnya pada halaman 6, 8, 11, dan 17)
6.	Spasi teks antara baris dan paragraf nyaman dilihat, tidak terlalu padat dan mudah dipahami.	3	Sesuaikan lagi.
7.	Kontras antara teks dan latar belakang jelas dan mudah dibaca.	2	Warna kontras masih kurang
8.	Desain memiliki navigasi yang berfungsi dengan baik dan mudah digunakan.	2	Buat navigasi agar mudah menuju kebagian-bagian modul
9.	Tombol/ikon navigasi terlihat jelas dan mudah ditemukan.	3	Cukup
10.	Pengguna tidak kesulitan untuk berpindah antar halaman/elemen.	2	Perbaiki dan tambahkan navigasi yang memudahkan pengguna
11.	Tata letak desain konsisten di setiap halaman.	2	Masih ada beberapa bagian yang kurang konsisten
12.	Penggunaan font, warna desain konsisten dan serasi di semua bagian.	3	Cukup
13.	Konsistensi antara daftar isi dan isi materi dalam e-modul.	5	Sangat Layak
14.	Gambar, teks, video ataupun audio yang ditampilkan jelas dan tidak blur.	2	Gambar penjelasan sejarah bioteknologi tidak terbaca. Video kalau bisa dibuat otomatis ketika di klik langsung <i>fullscreen</i>
15.	Penempatan gambar/video tidak mengganggu tata letak teks.	2	Masih kurang
16.	Desain media terlihat rapi dan tidak ada tumpang tindih antar elemen.	2	Masih terdapat tumpang tindih antar elemen, sehingga perlu dirapikan kembali
17.	Struktur informasi atau cara penggunaan jelas dan terorganisir.	2	Struktur informasi buat lebih menarik lagi
18.	Judul, subjudul, dan konten disusun dengan urutan yang jelas dan mudah dipahami.	3	Cukup
19.	Desain dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, tablet, dan <i>smartphone</i>).	5	Sangat Layak

20.	Pengguna tidak memerlukan waktu lama untuk memahami penggunaan e-modul dan tidak memerlukan teknis khusus untuk digunakan.	4	Layak
Jumlah Skor Penilaian			53
Jumlah Skor Maksimum			100
Hasil Persentase			$\frac{53}{100} \times 100 = 53\%$
Kategori			Cukup Layak
Kesimpulan			Layak uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran

Berdasarkan Tabel 4.2, penilaian awal oleh ahli media menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 53% dengan kategori “cukup layak”. Pada tahap ini, validator masih memberikan sejumlah saran dan catatan perbaikan terhadap e-modul yang dikembangkan. Setelah perbaikan selesai, e-modul kembali diserahkan kepada ahli media untuk dilakukan penilaian tahap kedua. Hasil validasi lanjutan menunjukkan adanya peningkatan kualitas produk hingga e-modul dinyatakan memenuhi kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun hasil dari validasi tahap kedua selanjutnya disajikan pada tabel 4.3.

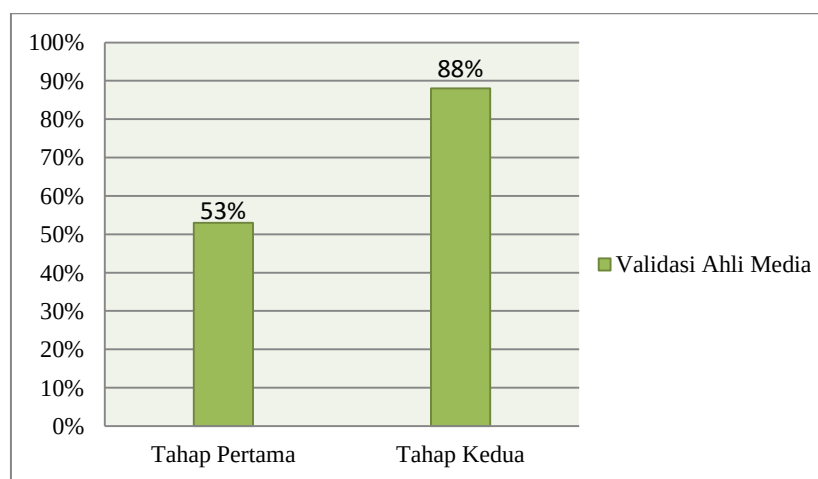
Tabel 4.3 Hasil validasi ahli media tahap ke-dua

No	Pernyataan	Skor	Saran/Masukan
1.	Tampilan desain e-modul menarik.	4	Layak
2.	Desain layout (tata letak) tersusun dengan rapi.	5	Sangat Layak
3.	Pemilihan warna pada media menarik tidak terlalu mencolok dan mendukung kenyamanan dalam belajar.	4	Layak
4.	Pemilihan jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai, jelas dan mudah dibaca.	4	Layak
5.	Ilustrasi (gambar, teks dan video) yang digunakan dalam e-modul jelas dan sesuai dengan materi bioteknologi.	4	Layak

6.	Spasi teks antara baris dan paragraf nyaman dilihat, tidak terlalu padat dan mudah dipahami.	5	Sangat Layak
7.	Kontras antara teks dan latar belakang jelas dan mudah dibaca.	4	Layak
8.	Desain memiliki navigasi yang berfungsi dengan baik dan mudah digunakan.	4	Layak
9.	Tombol/ikon navigasi terlihat jelas dan mudah ditemukan.	5	Sangat Layak
10.	Pengguna tidak kesulitan untuk berpindah antar halaman/elemen.	4	Layak
11.	Tata letak desain konsisten di setiap halaman.	4	Layak
12.	Penggunaan font, warna desain konsisten dan serasi di semua bagian.	5	Sangat Layak
13.	Konsistensi antara daftar isi dan isi materi dalam e-modul.	5	Sangat Layak
14.	Gambar, teks, video ataupun audio yang ditampilkan jelas dan tidak blur.	4	Layak
15.	Penempatan gambar/video tidak mengganggu tata letak teks.	5	Sangat Layak
16.	Desain media terlihat rapi dan tidak ada tumpang tindih antar elemen.	4	Layak
17.	Struktur informasi atau cara penggunaan jelas dan terorganisir.	4	Layak
18.	Judul, subjudul, dan konten disusun dengan urutan yang jelas dan mudah dipahami.	5	Sangat Layak
19.	Desain dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, tablet, dan <i>smartphone</i>).	5	Sangat Layak
20.	Pengguna tidak memerlukan waktu lama untuk memahami penggunaan e-modul dan tidak memerlukan teknis khusus untuk digunakan.	4	Layak
Jumlah Skor Penilaian			88
Jumlah Skor Maksimum			100
Hasil Persentase			$\frac{88}{100} \times 100 = 88\%$
Kategori			Sangat Layak
Kesimpulan			Layak uji coba lapangan tanpa revisi

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4.3, validasi tahap kedua oleh ahli media menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh persentase kelayakan sebesar 88% dengan kategori “sangat layak”. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan kualitas e-modul setelah dilakukan revisi berdasarkan saran yang diberikan pada tahap sebelumnya.

Sebelumnya, pada validasi tahap pertama, e-modul hanya memperoleh persentase kelayakan sebesar 53% dengan kategori cukup layak. Sehingga diperlukan revisi pada sejumlah aspek, meliputi tampilan, keterbacaan, sistem navigasi dan konsistensi desain. Setelah seluruh masukan dari ahli media pada tahap pertama, hasil validasi tahap kedua menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan. Dengan demikian, e-modul dinyatakan layak untuk diujicobakan tanpa revisi. Perbandingan capaian hasil validasi pada kedua tahap tersebut dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik hasil validasi ahli media

2. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi terhadap e-modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi Bioteknologi dilaksanakan sebanyak tiga kali. Setiap tahap validasi meliputi penilaian aspek isi materi, kesesuaian dengan kurikulum, ketepatan konsep bioteknologi, serta penggunaan bahasa dan kejelasan penyajian materi. Hasil validasi tahap pertama dan tahap kedua dijadikan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan e-modul, sedangkan validasi tahap ketiga digunakan untuk memastikan kelayakan e-modul sebagai bahan ajar. Hasil validasi ahli materi disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil validasi ahli materi tahap pertama

No	Pernyataan	Skor	Saran/Masukan
1.	Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.	4	Layak
2.	Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.	4	Layak
3.	E-Modul memberikan penjelasan materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.	4	Layak
4.	Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.	3	Cukup
5.	Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.	3	Hal 17 setelah nama bakteri gunakan kata dan / atau
6.	Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.	4	Layak
7.	Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.	4	Gambar plasmid pada hal 25 tidak tepat.
8.	Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang disajikan secara kontekstual untuk	3	Contoh kloning sudah terlampau lama. Gunakan

	membantu siswa memahami konsep materi.		temuan kloning terbaru tanpa menghilangkan riwayat penemuan kloning dolly
9.	Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>	4	Layak
10.	Latihan soal pada akhir kegiatan sesuai dengan konsep materi.	2	Kuis hal 22 harus di revisi. kunci jawaban soal evaluasi no 5 kurang tepat
11.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.	3	Cukup
12.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.	3	Cukup
13.	Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.	2	Penulisan nama latin s.p. Tahapan no 23 di beri nomor saja atau diganti gambar (kalau bisa semua tahapan bioteknologi disajikan dalam bentuk gambar)
14.	Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.	3	Cukup
15.	Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.	2	Cek lagi paragraf yang berulang atau informasi yang berulang pada hal 30 dan 29. Penulisan glosarium dan definisinya tidak diawali dengan huruf kapital dan tidak diakhiri tanda titik
16.	Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.	1	Tidak
17.	Penyajian e-modul mendukung pembelajaran mandiri siswa.	3	Cukup
18.	Struktur e-modul (pendahuluan, isi, penutup) jelas terorganisir dengan baik dan tata letak e-modul memudahkan navigasi siswa.	4	Layak
19.	E-modul memberikan kegiatan proyek atau eksperimen sederhana yang berkaitan dengan penerapan bioteknologi.	3	Media LKPD tidak bisa diisi
20.	E-modul menyajikan materi secara sistematis untuk memfasilitasi siswa dalam penyelesaian proyek.	3	Cukup

Jumlah Skor Penilaian	62
Jumlah Skor Maksimum	100
Hasil Persentase	$\frac{62}{100} \times 100 = 62\%$
Kategori	Cukup
Kesimpulan	Tidak Layak Uji Coba

Berdasarkan Tabel 4.4, hasil validasi ahli materi terhadap e-modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi Bioteknologi memperoleh persentase penilaian sebesar 62%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa e-modul masih memerlukan banyak revisi pada beberapa aspek sesuai dengan saran dan masukan dari ahli materi. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan terhadap e-modul dan dilanjutkan pada tahap validasi ahli materi kedua. Adapun hasil validasi tahap tersebut disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil validasi ahli materi tahap ke-dua

No	Pernyataan	Skor	Saran/Masukan
1.	Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.	4	Layak
2.	Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.	4	Layak
3.	E-Modul memberikan penjelasan materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.	4	Layak
4.	Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.	4	Layak
5.	Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.	4	Layak
6.	Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.	4	Layak
7.	Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi	4	Layak

	modern.		
8.	Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang disajikan secara kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep materi.	5	Sangat Layak
9.	Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>	4	Layak
10.	Latihan soal pada akhir kegiatan sesuai dengan konsep materi.	1	Link tidak dapat diakses
11.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.	4	Layak
12.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.	4	Layak
13.	Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.	4	Pemilihan warna teks dan <i>background</i> seharusnya kontras
14.	Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.	4	Layak
15.	Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.	4	Layak
16.	Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.	3	Cukup
17.	Penyajian e-modul mendukung pembelajaran mandiri siswa.	2	Batas margin antar teks & batas modul terlalu mepet
18.	Struktur e-modul (pendahuluan, isi, penutup) jelas terorganisir dengan baik dan tata letak e-modul memudahkan navigasi siswa.	3	Ukuran huruf diperkecil. Batas teks ke margin terlalu mepet.
19.	E-modul memberikan kegiatan proyek atau eksperimen sederhana yang berkaitan dengan penerapan bioteknologi.	4	Layak
20.	E-modul menyajikan materi secara sistematis untuk memfasilitasi siswa dalam penyelesaian proyek.	4	Layak
Jumlah Skor Penilaian		74	
Jumlah Skor Maksimum		100	
Hasil Persentase		$\frac{74}{100} \times 100 = 74\%$	
Kategori		Layak	
Kesimpulan		Layak Uji Coba Lapangan Dengan Revisi	

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil validasi ahli materi tahap kedua terhadap e-modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi Bioteknologi memperoleh persentase sebesar 74%. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan kualitas e-modul dibandingkan tahap sebelumnya. Namun, masih diperlukan evaluasi dan revisi sesuai dengan masukan ahli materi agar e-modul memenuhi standar kelayakan. Perbaikan dilakukan pada aspek penyajian meliputi kerapihan paragraf, pengaturan margin, serta pemilihan warna teks pada beberapa halaman e-modul. Oleh karena itu, e-modul direvisi dan dilanjutkan pada tahap validasi ahli materi ke-3. Hasil revisi pada tahap tersebut disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil revisi ahli materi tahap ke-tiga

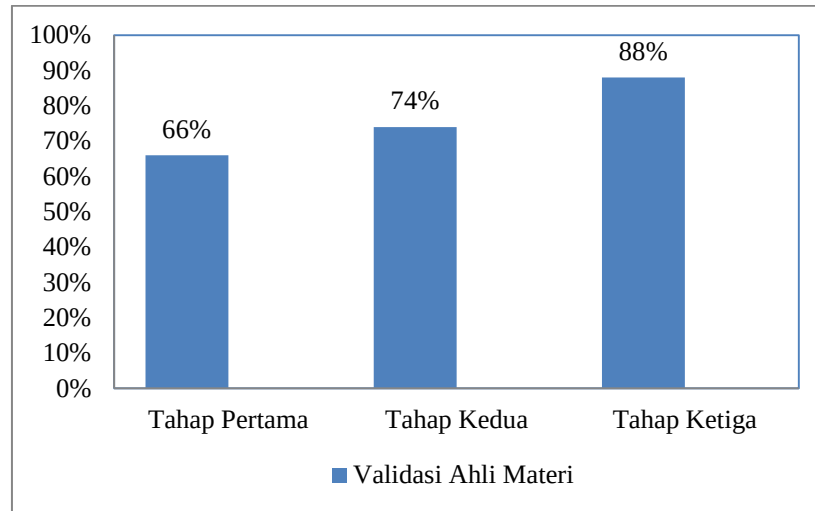
No	Pernyataan	Skor	Saran/Masukan
1.	Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.	4	Layak
2.	Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.	4	Layak
3.	E-Modul memberikan penjelasan materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.	4	Layak
4.	Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.	4	Layak
5.	Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.	5	Sangat Layak
6.	Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.	5	Sangat Layak
7.	Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.	5	Sangat Layak
8.	Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai	5	Sangat Layak

	bidang disajikan secara kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep materi.		
9.	Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>	4	Layak
10.	Latihan soal pada akhir kegiatan sesuai dengan konsep materi.	4	Layak
11.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.	5	Sangat Layak
12.	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.	4	Layak
13.	Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.	4	Layak
14.	Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.	3	Cukup
15.	Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.	5	Sangat Layak
16.	Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.	5	Sangat Layak
17.	Penyajian e-modul mendukung pembelajaran mandiri siswa.	5	Sangat Layak
18.	Struktur e-modul (pendahuluan, isi, penutup) jelas terorganisir dengan baik dan tata letak e-modul memudahkan navigasi siswa.	5	Sangat Layak
19.	E-modul memberikan kegiatan proyek atau eksperimen sederhana yang berkaitan dengan penerapan bioteknologi.	4	Layak
20.	E-modul menyajikan materi secara sistematis untuk memfasilitasi siswa dalam penyelesaian proyek.	4	Layak
Jumlah Skor Penilaian		88	
Jumlah Skor Maksimum		100	
Hasil Persentase		$\frac{88}{100} \times 100 = 88\%$	
Kategori		Layak	
Kesimpulan		Layak Uji Coba Lapangan Tanpa Revisi	

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.6, hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi pada tahap ketiga menunjukkan persentase kelayakan sebesar 84%. Persentase tersebut mengindikasikan bahwa e-modul yang dikembangkan telah mencapai kategori “sangat layak” untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil ini diperoleh setelah modul melalui beberapa tahap perbaikan berdasarkan masukan dan saran dari validator. Meskipun demikian, masih terdapat rekomendasi untuk melakukan revisi minor pada aspek bahasa agar modul menjadi lebih jelas dan rapi.

Apabila dibandingkan dengan hasil validasi pada tahap sebelumnya, terlihat adanya peningkatan nilai pada setiap tahapan validasi. Pada validasi tahap pertama, e-modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 66% yang termasuk dalam kategori “cukup layak” dengan kesimpulan “tidak layak diujicobakan lapangan” sehingga masih membutuhkan beberapa perbaikan. Selanjutnya, hasil validasi tahap kedua menunjukkan peningkatan persentase kelayakan menjadi 74% dengan kategori “layak” setelah dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan validator. Namun, masih memerlukan beberapa perbaikan pada bagian penyajian dan kerapihan e-modul. Kemudian pada validasi tahap ketiga, persentase kelayakan kembali mengalami peningkatan menjadi 88%, yang menunjukkan bahwa e-modul telah mengalami peningkatan kualitas setelah dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Berikut ini disajikan diagram perbandingan hasil validasi ahli materi pada tahap pertama, kedua, dan ketiga:



Gambar 4.3 Grafik hasil validasi ahli Materi

C. Hasil Uji Coba Produk

1. Hasil Uji Coba Produk Oleh Guru

Uji coba e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi dilakukan oleh guru Biologi, yaitu Ibu Dra. Eni Susiati, M.Pd., dari MAN 1 Metro. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh penilaian dan masukan guru terhadap e-modul yang dikembangkan, terutama pada aspek materi, bahasa, dan penyajian. Adapun hasil uji coba guru disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji coba produk oleh guru

No	Pernyataan	Skor
1.	Materi sesuai dengan CP yang akan dicapai dan indikator yang ditetapkan dalam kurikulum.	5
2.	Materi yang disajikan lengkap, akurat, jelas dan mudah dipahami oleh siswa.	4
3.	Materi membantu memperkuat pemahaman terhadap	4

	topik-topik yang dianggap sulit oleh siswa.	
4.	Materi memiliki keterkaitan yang jelas antara satu bagian dengan bagian lainnya.	5
5.	Materi mampu memotivasi siswa untuk belajar lebih lanjut dan dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis.	4
6.	Bahasa dalam materi mudah dipahami oleh siswa sesuai dengan tingkat kemampuannya.	5
7.	Kalimat yang digunakan memiliki struktur yang jelas dan sederhana sehingga mudah dipahami.	5
8.	Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam teks.	5
9.	Istilah-istilah ilmiah yang digunakan dijelaskan dengan baik dan tidak bersifat ambigu.	5
10.	Instruksi yang diberikan jelas dan tidak menimbulkan keraguan atau kebingungan.	5
11.	Desain e-modul menarik dan sesuai dengan karakteristik siswa.	5
12.	E-Modul mendukung pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi.	4
13.	E-modul memfasilitasi pelaksanaan pembelajaran berbasis project based learning.	4
14.	E-Modul dilengkapi dengan panduan penggunaan untuk mempermudah guru dan siswa.	5
15.	E-Modul memiliki tata letak yang rapi dan sistematis, sehingga memudahkan pembaca memahami isi e-modul.	5
16.	Kombinasi warna dan font serta ukuran font dalam e-modul tidak mengganggu kenyamanan pembaca.	5
17.	Ilustrasi (gambar, video atau audio) dalam e-modul jelas dan sesuai dengan konteks materi yang disampaikan.	5
18.	E-Modul memuat konten yang relevan dan isinya tidak membingungkan.	5
19.	E-Modul praktis digunakan, bebas diakses kapan saja dan dimana saja.	5
20.	E-Modul memberikan pengalaman belajar berbasis teknologi dan dapat digunakan baik secara individu maupun kelompok dalam pembelajaran.	5

Jumlah Skor Penilaian	95
Jumlah Skor Maksimum	100
Hasil Persentase	95%
Kategori	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil uji coba oleh guru Biologi pada tabel 4.7, diperoleh persentase sebesar 95% yang termasuk dalam kategori “sangat praktis”. Persentase tersebut diperoleh melalui perhitungan menggunakan rumus persentase tanggapan untuk mengukur tingkat kepraktisan dan kelayakan e-modul berdasarkan skor penilaian yang diberikan oleh guru. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi praktis digunakan dalam proses pembelajaran.

Perhitungan persentase tanggapan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Tanggapan (\%)} &= \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \\
 &= \frac{95}{100} \times 100\% \\
 &= 95\%
 \end{aligned}$$

2. Hasil Uji Coba Produk Oleh Siswa

Uji coba e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi dilakukan dalam bentuk uji coba kelompok besar dengan melibatkan 30 peserta didik kelas X.4. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap e-modul yang dikembangkan, khususnya pada aspek kepraktisan penggunaan, kemudahan dalam memahami materi, serta kemenarikan penyajian. Melalui uji coba tersebut,

diperoleh gambaran mengenai keterlaksanaan dan kemudahan penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran di kelas. Adapun hasil uji coba peserta didik disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil uji coba produk oleh siswa

No	Pernyataan	Jumlah Skor	Skor Rata-Rata	Skor Maksimal
1.	E-Modul ini menjelaskan tujuan pembelajaran dengan jelas dan mudah dipahami.	138	4,60	50
2.	E-Modul ini mudah digunakan tanpa perlu penjelasan yang rumit dan petunjuk penggunaan dalam produk ini mudah untuk diikuti	132	4,40	50
3.	Desain tampilan e-modul menarik dan membuat saya tertarik belajar.	134	4,47	50
4.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul ini mudah dipahami.	132	4,40	50
5.	Fitur yang disediakan mudah diakses dan digunakan.	141	4,70	50
6.	E-Modul membantu saya memahami materi yang sulit dengan cara yang lebih mudah.	132	4,40	50
7.	Latihan atau aktivitas yang diberikan dalam produk ini mendukung pemahaman saya terhadap materi.	135	4,50	50
8.	E-Modul ini membuat proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan tidak membosankan.	132	4,40	50
9.	Ilustrasi (gambar, video atau audio) yang disediakan jelas, tidak blur dan membantu saya	142	4,73	50

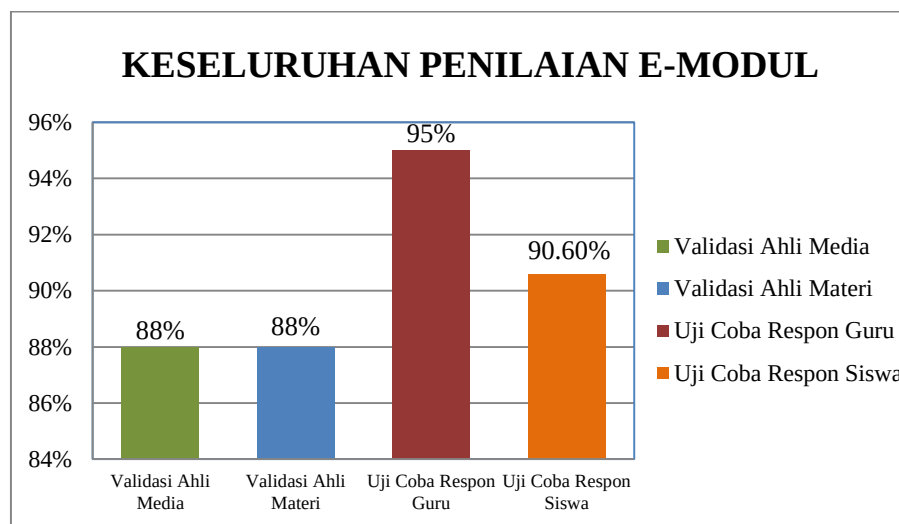
	untuk lebih memahami materi bioteknologi.			
10.	Saya puas dengan e-modul ini, mudah digunakan kapan saja dan dimana saja dan saya merasa produk ini cocok untuk membantu siswa lain dalam belajar.	141	4,70	50
Jumlah skor		1.359		
Jumlah rata-rata		45,30		
Hasil persentase		90.6%		
Kriteria		Sangat Praktis		

Hasil uji coba e-modul berbasis Project Based Learning (PjBL) pada peserta didik kelas X.4 memperoleh persentase kepraktisan sebesar 90,60% dengan kategori “sangat praktis”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi indikator kepraktisan dengan sangat baik. Persentase yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan oleh peserta didik, memiliki tampilan yang jelas, serta penyajian materi yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik dalam proses pembelajaran.

Perhitungan persentase tanggapan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Tanggapan (\%)} &= \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\% \\
 &= \frac{45,30}{50} \times 100\% \\
 &= 90,6\%
 \end{aligned}$$

Berikut disajikan diagram hasil penilaian keseluruhan terhadap e-modul berbasis Project Based Learning (PjBL) pada materi bioteknologi yang meliputi penilaian ahli media, ahli materi, respon guru, dan respon peserta didik. Diagram pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memperoleh hasil penilaian yang baik. Berdasarkan data yang diperoleh, e-modul tersebut termasuk dalam kategori sangat praktis dan layak untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran sehingga tidak memerlukan revisi maupun uji coba lanjutan.



Gambar 4.4 Grafik hasil keseluruhan penilaian e-modul

3. Revisi Produk

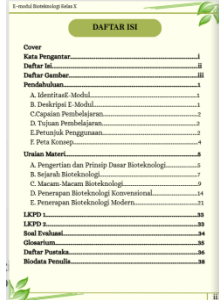
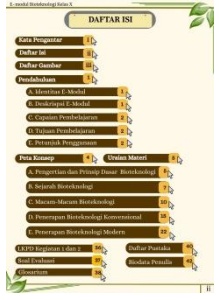
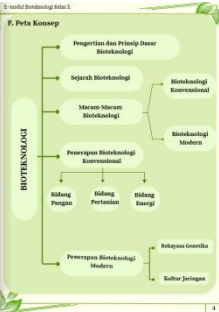
Revisi produk dilakukan berdasarkan masukan dan saran yang diperoleh dari validator pada tahap validasi ahli media dan ahli materi. Proses revisi ini bertujuan untuk menyempurnakan produk agar lebih layak digunakan dalam pembelajaran. Adapun rincian saran dan perbaikan yang dilakukan disajikan dibawah ini.

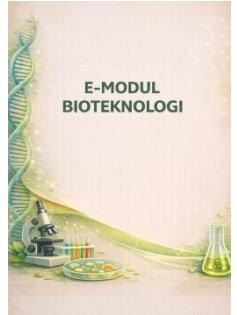
a. Validasi Ahli Media

Revisi produk berdasarkan hasil validasi ahli media dilakukan dengan mengacu pada saran dan masukan yang diberikan validator. Masukan tersebut digunakan sebagai dasar perbaikan e-modul, khususnya pada aspek tampilan, keterbacaan, navigasi, konsistensi desain, serta kesesuaian e-modul dengan sintaks *Project Based Learning* (PjBL). Hasil revisi yang dilakukan disajikan pada Tabel 4.9 Hasil revisi validasi ahli media.

Tabel 4.9 Hasil revisi validasi ahli media

No	Revisi	Sebelum	Sesudah
1.	Pada halaman cover, logo hmps dan kampus Merdeka dihapus. Ganti dengan logo kemenag dan logo kemenag berdampak. Pada bagian bawah, cantumkan Lembaga (prodi... universitas negeri....). Paduan warna cover masih pucat.		
2.	Kata pengantar, bubuhi dengan tempat, bulan dan tahun serta penulis		
3.	Buat navigasi agar mudah menuju ke bagian2 dari modul.		

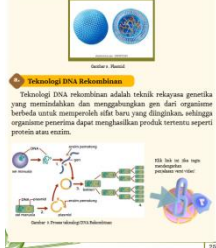
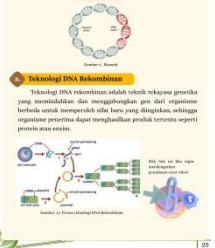
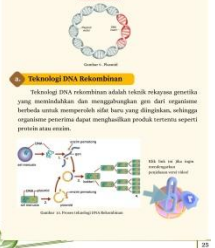
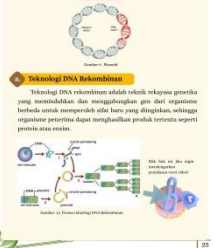
			
4.	Peta konsep, perbaiki lagi tanda panah dan kotak diberi warna yang lebih menarik		
5.	Gambar sejarah biotek pada halaman 8 kurang terbaca.		
6.	Pada halaman 6, gambar kurang terbaca		
7.	Table pada halaman 15 diganti diberi warna yang menarik.		

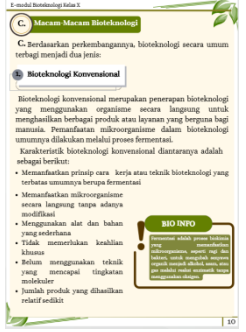
8.	Video pada halaman 17 diperbaiki.	 selama fermentasi, jamur membentuk benang-benang halus yang disebut hifa, yang menyebarkan diri kebetul saling melikat sehingga terbentuk struktur tempa yang padat dan kompak. c. Tapai Tapai adalah produk bioteknologi tradisional yang dibuat melalui fermentasi karbohidrat seperti ketan atau singkong oleh ragi (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>). Selama 2-3 hari fermentasi anaerob, mikroorganisme mengubah pati menjadi gula sederhana, alkohol, dan karbon dioksida, sehingga tercipta rasa manis, aroma khas, dan tekstur lembut. Proses ini menjadi contoh nyata bagaimana aktivitas mikroorganisme dapat mengubah bahan mentah menjadi produk bernilai tambah melalui bioteknologi konvensional.	 Selama fermentasi, jamur membentuk benang-benang halus yang disebut hifa, yang menyebarkan diri kebetul saling melikat sehingga terbentuk struktur tempa yang padat dan kompak. c. Tapai Tapai adalah produk bioteknologi tradisional yang dibuat melalui fermentasi karbohidrat seperti ketan atau singkong oleh ragi (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>). Selama 2-3 hari fermentasi anaerob, mikroorganisme mengubah pati menjadi gula sederhana, alkohol, dan karbon dioksida, sehingga tercipta rasa manis, aroma khas, dan tekstur lembut. Proses ini menjadi contoh nyata bagaimana aktivitas mikroorganisme dapat mengubah bahan mentah menjadi produk bernilai tambah melalui bioteknologi konvensional.
7.	Pisahkan antara LKPD 1 dan 2 atau tambahkan keterangan.	 LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK Silakan mengakses LKPD melalui tautan yang tersedia dan ikuti setiap tahapan kegiatan yang tercantum. KLIK HERE https://	 LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (KEGIATAN 1 DAN 2) Silakan mengakses LKPD kegiatan 1 dan 2 melalui tautan yang tersedia dan ikuti setiap tahapan kegiatan yang tercantum. KLIK HERE https://
8.	Tambahkan cover belakang.	Tidak ada	 E-MODUL BIOTEKNOLOGI

b. Validasi Ahli Materi

Revisi produk dilakukan berdasarkan hasil validasi ahli materi dengan mengacu pada saran dan masukan yang diberikan oleh validator. Masukan tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyempurnaan e-modul, khususnya pada aspek kesesuaian materi dengan kurikulum, ketepatan konsep bioteknologi, serta kejelasan penyajian dan penggunaan bahasa dalam e-modul. Adapun hasil revisi yang dilakukan disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil revisi validasi ahli materi

No.	Revisi	Sebelum	Sesudah
1.	Ganti gambar plasmid	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 
2.	Gunakan temuan kloning terbaru tanpa menghilangkan riwayat penemuan kloning dolly	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 
3.	Pada halaman 23 per tahapan diganti dengan gambar	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 
4.	Halaman 5 defini biotek dijadikan 2 paragraf. Ukuran huruf diperkecil.	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 	0-modul Biologi kelas 5  0-modul Biologi kelas 5 

5.	Halaman kurang menonjol, jarak antar paragraf dan batas modul terlalu mepet. Konsistensi paragraf dan alinea		
6.	Video pada halaman 19 lebih baik dipindahkan ke halaman 18		
7.	Penulisan istilah glosarium dan definisinya tidak diawali dengan huruf kapital dan tidak diakhiri dengan tanda titik		
8.	Warna teks dan background harus kontras		

D. Kajian Produk Akhir

Kajian produk akhir merupakan tahap terakhir dalam penelitian pengembangan yang memaparkan produk yang telah dihasilkan. Pada tahap ini dijelaskan karakteristik produk, isi e-modul, serta tingkat kelayakan produk berdasarkan hasil validasi para ahli dan uji coba melalui respon guru maupun peserta didik. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa e-modul pembelajaran biologi berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi yang dikembangkan sebagai bahan ajar digital. E-modul tersebut dirancang agar dapat diakses melalui berbagai perangkat elektronik sehingga peserta didik dapat mempelajari materi secara fleksibel tanpa dibatasi waktu dan tempat. Produk yang telah dikembangkan selanjutnya diberikan kepada sekolah tempat penelitian, yaitu MAN 1 Metro, khususnya kepada guru biologi dan peserta didik kelas X sebagai media pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran biologi di kelas.

Berdasarkan kajian literatur, beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul bioteknologi sebagai media pembelajaran digital. Namun, pengembangan yang mengintegrasikan *Project Based Learning* (PjBL) secara sistematis masih terbatas. Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui e-modul berbasis PjBL yang dilengkapi fitur interaktif dan navigasi responsif, sehingga memudahkan peserta didik menjelajahi materi secara fleksibel sesuai alur pembelajaran PjBL. Fitur-fitur tersebut menjadikan e-modul tidak hanya berfungsi sebagai penyaji materi, tetapi juga mendukung proses pembelajaran yang aktif, mandiri, dan partisipatif. Hal ini

menjadikan e-modul mampu menghadirkan pendekatan yang lebih adaptif dan efektif dalam proses pembelajaran digital.

Pengembangan e-modul pada penelitian ini menggunakan model 4D. Model banyak digunakan dalam penelitian pengembangan karena memiliki tahapan yang sistematis dalam menghasilkan produk pembelajaran yang layak digunakan. Tahapan tersebut meliputi pendefinisian kebutuhan pembelajaran (*define*), rancangan produk (*design*), pengembangan dan validasi produk (*develop*), serta penyebaran produk (*disseminate*). Penggunaan model 4D ini menunjukkan bahwa model tersebut efektif untuk menghasilkan bahan ajar. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Nauba dan Haqqi (2025) yang menyatakan bahwa model 4D efektif digunakan dalam pengembangan e-modul karena mampu menghasilkan produk yang valid dan praktis melalui tahapan validasi ahli.⁹² Selain itu, Indaryanti (2025) menjelaskan bahwa model 4D masih relevan digunakan dalam pengembangan media pembelajaran digital karena dapat menghasilkan produk dengan tingkat kelayakan yang tinggi melalui proses evaluasi yang sistematis.⁹³

Pada tahap *define*, hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran biologi di MAN 1 Metro masih menggunakan LKS dan *PowerPoint* sehingga pemanfaatan media pembelajaran digital yang interaktif belum dilakukan

⁹² Nauba Hasibuan dan Haqqi Annazili Nasution, "Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Menggunakan Flipbook Pada Materi Laju Reaksi," *Skripsi* 10 (2025): 1091–99.

⁹³ Rosita Budi Indaryanti, Budi Murtiyasa, dan Bambang Soemardjoko, "4D Research and Development Model : Trends , Challenges , and Opportunities Review," *Jurnal Kajian Ilmiah* 25, no. 1 (2025): 91–98. <https://doi.org/10.31599/na7deq07>

secara optimal. Hal ini disebabkan karena penggunaan LKS dan *PowerPoint* dalam pembelajaran cenderung bersifat statis dan berpusat pada penyampaian materi oleh guru, sehingga kurang memfasilitasi eksplorasi, interaksi, dan partisipasi aktif peserta didik secara optimal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan keterlibatan aktif secara berkelanjutan. Selain itu, peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi bioteknologi, sementara bahan ajar yang tersedia belum sepenuhnya mendukung kegiatan belajar mandiri. Oleh sebab itu, pengembangan e-modul bioteknologi menjadi salah satu alternatif untuk membantu peserta didik memahami konsep dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari yang disusun sesuai dengan CP dan ATP pada Kurikulum Merdeka. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Fauziah (2025) yang menunjukkan bahwa e-modul interaktif dapat menjadi alternatif dalam mengatasi keterbatasan media pembelajaran yang masih bersifat statis seperti LKS, dengan meningkatkan keaktifan, pemahaman serta kemandirian belajar peserta didik.⁹⁴

Pada tahap *design*, media yang digunakan berupa e-modul sebagai bahan ajar digital yang dapat diakses secara mandiri oleh peserta didik. Pemilihan format meliputi penyusunan struktur e-modul yang terdiri atas bagian pendahuluan, materi pembelajaran, latihan, serta evaluasi. Pada bagian isi, e-modul menggunakan jenis huruf *Alice* sebagai *font* utama karena memiliki tingkat keterbacaan yang baik, sedangkan judul menggunakan *font Source*

⁹⁴ Shifa Fauziah S, "Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Heyzine Flipbook Pada Materi Sistem Saraf Sebagai Bahan Ajar Siswa Kelas XI SMA/MA," *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2025).

Serif agar tampak lebih jelas. Ukuran huruf disesuaikan dengan fungsi teks, yaitu 24 untuk judul utama, 20,3 untuk subjudul, 17 untuk isi materi, serta 18 untuk bagian glosarium dan daftar pustaka sehingga teks lebih jelas dan nyaman dibaca. E-modul disusun menggunakan ukuran halaman A4 (21 × 29,7 cm) agar tampilan materi terlihat lebih rapi dan proporsional. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Salsabila (2022) yang menyatakan bahwa aspek tipografi dan tata letak yang tepat berpengaruh terhadap tingkat keterbacaan media pembelajaran.⁹⁵

E-modul yang dikembangkan disajikan dalam *platform heyzine flipbook* interaktif yang dirancang menggunakan Canva sehingga tampilan materi menjadi lebih menarik dan mudah untuk digunakan oleh peserta didik. E-modul ini dapat diakses secara daring melalui tautan yang dibagikan, sehingga peserta didik dapat mempelajari materi dengan lebih *fleksibel* tanpa dibatasi oleh waktu dan tempat.⁹⁶ E-modul ini dikembangkan berdasarkan sintaks *Project Based Learning*, yang meliputi penentuan pertanyaan mendasar, penyusunan perencanaan proyek, penyusunan jadwal kegiatan, monitoring, pengujian hasil, dan evaluasi pengalaman belajar, sehingga proses pembelajaran berjalan terstruktur dan berorientasi pada proyek. Tidak hanya itu, e-modul ini juga berperan sebagai pendukung LKPD, yang memuat sintaks PjBL secara lengkap, sehingga peserta didik dapat melaksanakan

⁹⁵ Shafira Putri Salsabila dan Moh Balya Ali Syaban, "Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Penampakan Alam Indonesia di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu* 6, no. 5 (2022): 7896–7905. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3649>

⁹⁶ Zulkan, "Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Pendekatan Saintifik Menggunakan Canva dan Flip PDF Profesional," *Educatio: Jurnal Ilmu Kependidikan* 18, no. 1 (2023): 50–60, <https://doi.org/10.29408/edc.v18i1.18715>.

seluruh tahapan PjBL melalui media pembelajaran digital ini. Hal ini selaras dengan penelitian Diana (2023) yang mengatakan bahwa e-modul berbasis PjBL terintegrasi LKPD mampu mendukung pelaksanaan sintaks *Project Based Learning* secara sistematis dan meningkatkan keterlibatan peserta didik.⁹⁷

Materi pembelajaran dalam e-modul dilengkapi dengan kuis interaktif menggunakan *quizziz* dan video pembelajaran yang dapat diputar secara langsung maupun melalui tautan tertentu guna membantu peserta didik memahami konsep bioteknologi secara visual. Selain itu, e-modul dilengkapi dengan LKPD berbasis digital yang dirancang menggunakan Canva, kemudian dikonversi ke *Liveworksheets* dan dihubungkan melalui *hyperlink*. Dengan demikian, peserta didik dapat mengerjakan latihan secara langsung sekaligus menerima umpan balik secara cepat. Penggunaan *Liveworksheets* bertujuan untuk menjadikan kegiatan latihan lebih interaktif sekaligus membantu peserta didik melatih pemahaman konsep secara mandiri.⁹⁸

Selanjutnya, tahap *development* dilaksanakan setelah proses perancangan e-modul selesai dilakukan. Pada tahap ini, e-modul melalui uji kelayakan oleh validator ahli materi dan ahli media. Saran serta masukan dari para ahli digunakan sebagai dasar dalam memperbaiki dan menyempurnakan produk

⁹⁷ Linda Ewi Diana et al., "Development Of E-Modules Based PjBL Using The Flipbook Application For Class XI Students Of SMA Materials Static Fluid," *Progres Pendidikan* 3, no. 1 (2022): 51–56, <https://doi.org/10.29303/prospek.v3i1.232>.

⁹⁸ Nindy Asyifa Putri dan Novida Yenny, "Efektifitas Pemanfaatan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet Pada Materi Mitigasi Bencana Kelas XI Di MAN 1 Deli Serdang," *Jurnal Dunia Pendidikan* 6, no. 1 (2025): 382–90. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i1.4201>

agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan lebih efektif digunakan.⁹⁹ Validasi dilakukan secara bertahap hingga memperoleh skor dengan kategori “sangat layak”. Berdasarkan hasil penilaian dari ahli media, e-modul biologi berbasis *Project Based Learning* mengalami beberapa revisi untuk meningkatkan kualitas dari berbagai aspek. Pada aspek tampilan, revisi difokuskan pada tampilan cover seperti penambahan logo kemenag dan kemenag berdampak. Penyesuaian warna yang lebih menarik dan kontras karena sebelumnya masih terlihat pucat. Kemudian pada isi e-modul yang dianggap kurang menarik dari pemilihan warna dan desain yang masih monoton dan terlihat pucat. Pada aspek keterbacaan, perbaikan dilakukan pada pemilihan *teks* lebih mudah dibaca, dengan penyesuaian jarak antarparagraf, ukuran *font*, dan kontras warna antara *teks* dan latar belakang agar terlihat jelas dan mudah dibaca. Selanjutnya aspek navigasi, revisi pada aspek ini meliputi penambahan tombol navigasi yang agar pengguna lebih mudah untuk berpindah antar halaman. Pada aspek komponen visual, revisi mencakup penyempurnaan ilustrasi, gambar dan ikon dibuat lebih jelas dan tidak blur agar lebih informatif serta menarik bagi peserta didik. Pada aspek kejelasan struktur, revisi pada penataan LKPD kegiatan 1 dan 2 karena terlalu kecil dan susah untuk diisi dan perbaikan penataan informasi tambahan. Temuan ini didukung oleh penelitian Mayshita (2024) yang menyatakan

⁹⁹ Sindi Aulia, “Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Microsoft Power Point Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Siswa Kelas X SMA,” *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022).

bahwa perbaikan pada berbagai aspek tersebut berpengaruh terhadap peningkatan kualitas dan kelayakan produk.¹⁰⁰

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi, e-modul biologi berbasis *Project Based Learning* mengalami berbagai revisi untuk menyempurnakan konten dan penyajian materi. Pada aspek materi, perbaikan meliputi penulisan nama ilmiah sp., mengganti gambar plasmid yang salah, serta pembaruan contoh penerapan kloning dengan informasi terbaru. Setiap tahapan penerapan bioteknologi modern yang sebelumnya berupa teks diganti dengan ilustrasi/gambar supaya lebih mudah dipahami peserta didik. Pada aspek bahasa, dilakukan penyempurnaan istilah asing dan perbaikan paragraf yang terlalu panjang agar lebih jelas dan mudah dipahami. Selain itu, dilakukan perbaikan pada penulisan glosarium melalui penggunaan istilah yang konsisten, tidak diawali huruf kapital pada definisi, serta penghilangan tanda titik pada akhir definisi, sehingga tampilan menjadi lebih rapi dan seragam. Pernyataan ini didukung oleh Nasution (2025) yang menekankan pentingnya konsistensi penulisan dalam meningkatkan keterbacaan glosarium.¹⁰¹ Aspek penyajian juga direvisi, meliputi penggantian video berbahasa Inggris menjadi bahasa Indonesia, penataan dan perbaikan gambar, serta peningkatan konsistensi alinea dan paragraf. Selain itu, dilakukan penyesuaian margin agar teks tidak terlalu dekat dengan batas modul. Perbaikan juga dilakukan

¹⁰⁰ Putri Pratiwi Maysitha, "Pengembangan E-Module Berbasis Model Obak Pada Materi Tipografi Kelas X SMK Desain Komunikasi Visual," *Skripsi* (Universitas Lampung, 2024).

¹⁰¹ Nauba Hasibuan dan Haqqi Annazili Nasution, "Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Menggunakan Flipbook Pada Materi Laju Reaksi," *Skripsi* 10 (2025): 1091–99.

pada soal evaluasi nomor 5 karena ketidaktepatan jawaban, serta penyempurnaan kuis singkat agar lebih relevan, mudah dipahami, dan mampu mendukung pemahaman konsep peserta didik.¹⁰²

Sebelum dilakukan revisi, hasil validasi ahli media menunjukkan persentase sebesar 53%, yang kemudian meningkat menjadi 88% setelah revisi kedua. Sementara itu, pada validasi ahli materi, persentase yang diperoleh mengalami peningkatan dari 66% pada validasi pertama, menjadi 74% pada validasi kedua, dan mencapai 88% pada validasi ketiga. Setelah dilakukan perbaikan, hasil penilaian secara keseluruhan menunjukkan skor rata-rata 4 dan 5 dengan persentase 84-100% pada seluruh aspek penilaian. Hal ini menempatkan e-modul dalam kategori “sangat layak”, sehingga tidak memerlukan revisi tambahan. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Santi Rosalina (2024) yang menyatakan bahwa e-modul yang melalui proses revisi dan validasi berulang cenderung memenuhi penilaian dengan kategori sangat layak tanpa perlu revisi tambahan.¹⁰³ Selain itu, merujuk pada kriteria kelayakan, skor 88% tergolong dalam kategori sangat layak. Hal ini sesuai dengan penelitian Fitriana (2023) yang menyatakan bahwa rentang nilai 88–100% termasuk dalam kategori layak hingga sangat layak. Dengan demikian,

¹⁰² Nabilla Febriani dan Rohmat Widiyanto, “Pengembangan E-Modul IPAS sebagai Inovasi Pembelajaran di Kurikulum Merdeka” 3, no. 2 (2023): 94–103, <https://doi.org/10.15408/elementar.v3i2.35291>.

¹⁰³ Santi Rosalina, “Pengembangan Majalah Biologi Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Perubahan Lingkungan Limbah Dan Daur Ulang Kelas X SMA/MA,” *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2024).

e-modul yang dikembangkan dinilai layak untuk digunakan dalam pembelajaran.¹⁰⁴

Setelah e-modul melalui proses validasi oleh ahli media dan ahli materi, tahap berikutnya adalah pelaksanaan uji coba produk untuk mengetahui tingkat kelayakan serta kepraktisan penggunaannya. Uji coba e-modul dilakukan dengan melibatkan satu guru Biologi dan uji coba kelompok besar yang terdiri dari 30 siswa kelas X.4 di MAN 1 Metro sebagai responden. Sehingga hasilnya akan mencerminkan pengalaman nyata dari pengguna utama. Kegiatan uji coba ini bertujuan untuk mengetahui kalau e-modul tidak hanya valid secara teori, namun juga praktis, layak, dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Sekaligus memperoleh tanggapan langsung dari guru dan siswa selama penggunaan modul. Penelitian Zatria (2023) sejalan dengan pernyataan ini, di mana uji praktikalitas e-modul melibatkan satu guru dan 30 siswa SMA. Sehingga menunjukkan kepraktisan produk dari perspektif pemgguna sesungguhnya yaitu guru dan peserta didik.¹⁰⁵

Uji coba pada guru meliputi aspek materi, bahasa, dan penyajian e-modul, yang dinilai melalui angket berisi 20 pernyataan. Hasil penilaian guru menunjukkan 95 % dengan kategori “sangat praktis”, tanpa saran perbaikan. Skor yang diperoleh menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat menjadi alternatif untuk mengatasi keterbatasan media pembelajaran yang

¹⁰⁴ Fingki Fitriana, “Pengembangan Media Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android Pada Sistem Gerak Manusia Kelas XI SMA Bina Karya Putra Rumbia,” *Skripsi* (Institut Agama Islam Negeri Metro, 2023).

¹⁰⁵ Reza Zatria, Annika Maizeli, dan Yosmed Hidayat, “Pengembangan E-Modul Pada Materi Virus Kelas X SMA / MA,” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7 (2023): 1719–22. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i1.6051>

sebelumnya digunakan. Guru menilai bahwa materi yang disajikan telah selaras dengan tujuan pembelajaran serta sesuai dengan tuntutan kurikulum yang diterapkan di sekolah. Selain itu, penggunaan bahasa yang sederhana dan komunikatif turut memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep biologi yang bersifat abstrak secara lebih mandiri tanpa harus bergantung pada penjelasan berulang dari guru. Dari sisi penyajian, e-modul ini dinilai praktis karena mengintegrasikan berbagai komponen pembelajaran dalam satu media digital yang tersusun secara sistematis, sehingga mempermudah guru dalam mengatur waktu pembelajaran di kelas. Hal ini sejalan dengan penelitian Purnamasari (2024) yang menyatakan bahwa bahan ajar digital dengan navigasi yang jelas dan konten multimedia dapat membantu mengurangi beban guru serta meningkatkan efisiensi penyampaian materi, terutama dalam keterbatasan waktu pembelajaran.¹⁰⁶ Sejalan dengan pendapat tersebut, Dewi dan Yuli (2021) juga menjelaskan bahwa e-modul memudahkan proses pembelajaran karena materi telah tersusun secara sistematis sehingga dapat meminimalkan kendala teknis dalam pelaksanaan pembelajaran.¹⁰⁷

Selain itu, respons siswa diperoleh melalui angket yang terdiri dari 10 pernyataan yang mencakup aspek tampilan, desain yang menarik, kemudahan

¹⁰⁶ Eka Fitria Purnamasari et al., "Effectiveness of Biology E-Module Teaching Materials Based on Flip Pdf Professional Application to Improve Learning Outcomes and Critical Thinking Skills," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 10, no. 11 (2024): 8892–98, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.9147>.

¹⁰⁷ Dewi Masruroh dan Yuli Agustina, "E - Modul Berbasis Android Sebagai Pendukung Pembelajaran Daring Dan Upaya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik," *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan* 1, no. 6 (2021): 559–68, <https://doi.org/10.17977/um066v1i62021p559-568>.

penggunaan, kemenarikan, kepraktisan, serta bantuan dalam memahami materi. Secara keseluruhan, skor rata-rata diperoleh sebesar 45,30 dengan persentase 90,60% dan termasuk dalam kategori “sangat praktis”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada tahap uji coba, e-modul memperoleh respon positif dari peserta didik. Respons antusias peserta didik menunjukkan bahwa e-modul berbasis sintaks PjBL ini sesuai dengan karakteristik belajar siswa saat ini. Hal ini didukung oleh hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa hampir 50% siswa menginginkan pembelajaran berbasis proyek dan diskusi. E-modul ini menyajikan materi bioteknologi secara sistematis sehingga mampu mengakomodasi kebutuhan tersebut melalui fitur interaktif dan petunjuk penggunaan yang jelas. Selain itu, kombinasi tampilan visual yang lebih menarik dan kemudahan penggunaan produk membuat siswa lebih antusias dalam proses uji coba. Kondisi tersebut turut memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep esensial secara lebih sederhana. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan dinilai praktis dan layak digunakan berdasarkan respon pengguna pada tahap uji coba.

Tahap berikutnya adalah *disseminate*, yaitu tahap pendistribusian e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi ke MAN 1 Metro sebagai lokasi pelaksanaan penelitian. Penyebaran tersebut ditujukan khususnya kepada guru biologi dan siswa kelas X sebagai pengguna utama e-modul dalam proses pembelajaran. E-modul didistribusikan secara langsung karena tidak terdapat revisi maupun komentar tambahan dari respons guru

dan siswa pada tahap uji coba, sehingga produk dinilai telah memenuhi aspek kelayakan dan kepraktisan. Penyebaran ini dilakukan agar e-modul dapat dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran biologi di kelas serta mendukung keterlibatan siswa dalam proses belajar. Meskipun demikian, keterbatasan waktu dalam pelaksanaan penelitian menyebabkan proses evaluasi hanya dilakukan melalui respon uji coba dari guru dan siswa. Oleh karena itu, hasil penerapan e-modul dalam proses kegiatan pembelajaran secara langsung belum dapat diamati secara menyeluruh.

E. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan e-modul ini memiliki beberapa keterbatasan dalam pelaksanaannya. Berikut ini merupakan keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian:

1. Penelitian ini dilakukan dalam lingkup terbatas dengan melibatkan satu orang guru biologi serta 30 siswa kelas X.4 di MAN 1 Metro, sehingga hasil penelitian belum dapat mewakili penerapan pada subjek yang lebih luas.
2. Proses perancangan dan pengembangan e-modul membutuhkan waktu yang cukup lama, khususnya pada tahap penyusunan awal, validasi ahli, serta pelaksanaan revisi produk.
3. Materi yang dikembangkan dalam e-modul terbatas pada materi bioteknologi. Oleh karena itu, pemanfaatannya masih terbatas pada topik tertentu.

4. Keterbatasan waktu serta kondisi pelaksanaan penelitian mengakibatkan tahap penyebaran produk belum dapat dilakukan secara luas dan masih terbatas pada kegiatan uji coba produk.

E-modul yang dikembangkan masih terdapat beberapa keterbatasan di dalamnya, namun juga dilengkapi dengan sejumlah keunggulan yang mendukung penggunaannya dalam proses pembelajaran. Keunggulan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. E-modul dirancang dengan alur penyajian yang terstruktur serta dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas sehingga dapat memudahkan guru dan peserta didik dalam menerapkannya pada proses pembelajaran.
2. E-modul dilengkapi dengan berbagai unsur interaktif, seperti kuis interaktif, latihan soal, video pembelajaran yang dapat diputar langsung, serta tugas proyek yang dapat langsung dikerjakan oleh siswa sesuai dengan tahapan PjBL, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan aktif siswa selama proses pembelajaran.
3. E-modul bisa digunakan sebagai bahan ajar pendukung yang bersifat fleksibel, baik selama pembelajaran di kelas maupun untuk kegiatan belajar mandiri oleh siswa.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi untuk siswa kelas X SMA, diperoleh simpulan tentang produk sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi untuk siswa kelas X SMA yang dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan 4D. Model pengembangan 4D terdiri atas empat tahap, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*.
2. Hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi menunjukkan adanya peningkatan tingkat kelayakan e-modul setelah dilakukan revisi pada setiap tahap. Penilaian ahli media mengalami kenaikan dari 53% pada tahap pertama menjadi 88% pada tahap kedua dengan kategori “sangat layak”. Adapun hasil validasi ahli materi juga meningkat, yaitu dari 66% pada tahap pertama, 74% pada tahap kedua, hingga 88% pada tahap ketiga dengan kategori “sangat layak”. Temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kelayakan untuk digunakan, baik dari aspek materi maupun media dalam proses pembelajaran.
3. Berdasarkan hasil respon uji coba guru dan siswa, e-modul yang dikembangkan memperoleh tanggapan positif dengan kategori sangat praktis. Penilaian guru sebesar 95% mencakup aspek materi, bahasa, dan

penyajian, sedangkan penilaian siswa sebesar 90,60% mencakup aspek tampilan, materi, kemudahan penggunaan, dan efektivitas dalam pembelajaran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul memiliki tingkat kepraktisan tinggi untuk digunakan dalam pembelajaran bioteknologi di kelas.

B. Saran

1. E-modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi yang telah dikembangkan dapat digunakan oleh guru dan siswa sebagai media pendukung pembelajaran biologi. Penggunaan e-modul ini diharapkan dapat memudahkan guru dalam menyampaikan materi secara lebih menarik dan bervariasi, serta meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendukung pembelajaran yang lebih mandiri serta fleksibel sesuai dengan kebutuhan belajar mereka.
2. Penelitian ini hanya sampai pada tahap respon uji coba guru dan siswa, sehingga penerapan e-modul dalam kegiatan pembelajaran secara langsung di kelas belum diamati secara menyeluruh. Oleh karena itu, diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian pada tahap yang lebih lanjut, agar pemakaian e-modul selama proses pembelajaran dapat diketahui secara lebih komprehensif.
3. E-modul ini dianjurkan sebagai media pendukung dalam proses pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Guru memiliki peran sebagai fasilitator yang mengarahkan siswa dalam mengeksplorasi tugas kognitif dan prosedural. Media ini juga sesuai digunakan pada

kondisi pembelajaran dengan keterbatasan waktu untuk praktikum di laboratorium. Selain itu, e-modul dapat dimanfaatkan sebagai simulasi awal sebelum siswa melakukan praktik pembuatan produk bioteknologi secara langsung di sekolah maupun di rumah.

4. E-modul yang sudah dikembangkan diharapkan dapat menjadi salah satu referensi bagi guru maupun peneliti lain dalam mengembangkan media pembelajaran digital yang lebih inovatif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran yang serupa diharapkan dapat mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih efektif serta menarik bagi siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Andila, Kiki. “Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbentuk E-Modul Berbasis Kontekstual Menggunakan Aplikasi eXe-Learning Pada Materi Usaha dan Energi.” *Kappa Journal* 5, no. 1 (2021): 68–79. <https://doi.org/10.29408/kpj.v5i1.2757>.
- Aprilia, Chofifah Dwi. “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis E-Modul Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Kelas V MI Assalam Kota Batu.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2024.
- Arsal, Muhammad, Muhammad Danial, dan Yusminah Hala. “Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Materi Sistem Peredaran Darah Pada Kelas XI MIPA SMAN 6 Barru.” *Prosiding Seminar Nasioal Biologi VI*, 2019, 434–42.
- Aulia, Sindi. “Pengembangan Media Audio Visual Berbasis Microsoft Power Point Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Siswa Kelas X SMA.” *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Metro, 2022.
- Bawamenewi, Arozatulo. “Pengembangan Bahan Ajar Memprafrasekan Puisi ‘Aku’ Berdasarkan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL).” *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 2, no. 2 (2019): 310–23. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v2i2.631>.
- Bistari; Aunurrahman; et all. “Buku Pedoman Metode Berbasis Proyek,” Edisi 1., 04. Tanjungpura: Universitas Tanjungpura, 2021. https://mipa.untan.ac.id/file/penjaminan_mutu/7dc549dc530aca27acc2d32aa2167e50BUKU PEDOMAN METODE BERBASIS PROYEK.pdf.
- Damayanti. “Strategi Pembelajaran Project Based Learning (PjBL).” *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora* 2, no. 2 (2023): 706–19. <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu>.
- Dewi, Endah Rita S., Dyah Ayu Widyastuti, dan Atip Nurwahyunani. *Buku Ajar Bioteknologi*. 1 ed. Semarang: Universitas PGRI Semarang Press, 2021.

- Dewi, Indah Mutiara, dan Lenni Hamidah Siregar. “Pengembangan e-Modul Berbasis Project Based Learning dengan Menggunakan Kvisoft Flipbook Maker pada Materi Asam Basa.” *Jurnal Pendidikan Kimia* 9, no. 2 (2024): 193–206. <https://doi.org/https://doi.org/10.36709/jpkim.v9i2.88>.
- Diana, Linda Ewi, Tuti Hardianti, Rachmat Rizaldi, Sheila Fitriana, dan Nana Mardiana. “Development Of E-Modules Based PjBL Using The Flipbook Application For Class XI Students Of SMA Materials Static Fluid.” *Progres Pendidikan* 3, no. 1 (2022): 51–56. <https://doi.org/10.29303/prospek.v3i1.232>.
- Febriani, Nabilla, dan Rohmat Widiyanto. “Pengembangan E-Modul IPAS sebagai Inovasi Pembelajaran di Kurikulum Merdeka” 3, no. 2 (2023): 94–103. <https://doi.org/10.15408/elementar.v3i2.35291>.
- Fitria, Afifah Hana. “Pengembangan E-Modul Interaktif Pembelajaran Bahasa Indonesia di Kelas IV Sekolah Dasar.” *Skripsi*. Universitas Jambi, 2024. <https://doi.org/UniversitasJambi>.
- Fitriana, Endang. “Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning (PJBL) Berbantuan Video Animasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Kelas VII.” *Skripsi*. Universitas Jambi, 2024.
- Fitriana, Fingki. “Pengembangan Media Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android Pada Sistem Gerak Manusia Kelas XI SMA Bina Karya Putra Rumbia.” *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Metro, 2023.
- Hasanah, Fitria Nur, Rahmania Sri Untari, Choirun Nisa Aulina, dan Syahrul Ramadhan. “Pengembangan Modul Pemrograman Visual berbasis Project Based Learning.” *Edu Komputika Journal* 9, no. 1 (2022): 37–43. <https://doi.org/10.15294/edukomputika.v9i1.56857>.
- Hasibuan, Nauba, dan Haqqi Annazili Nasution. “Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning (PjBL) Menggunakan Flipbook Pada Materi Laju Reaksi.” *Skripsi* 10 (2025): 1091–99.

- Iklima, Titi, dan Muhyiatul Fadilah. “Validitas E-Modul Berbasis Project Based Learning (PJBL) tentang Materi Sistem Imun Kelas XI SMA untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik.” *Journal on Teacher Education* 4, no. 1 (2022): 250–62. doi: 10.31004/jote.v4i1.6031
- Indaryanti, Rosita Budi, Budi Murtiyasa, dan Bambang Soemardjoko. “4D Research and Development Model : Trends , Challenges , and Opportunities Review.” *Jurnal Kajian Ilmiah* 25, no. 1 (2025): 91–98. Review. (2025). <https://doi.org/10.31599/na7deq07>
- Krajcik, Joseph S., dan Phyllis C. Blumenfeld. *Project-Based Learning. In The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 1 ed. Cambridge University Press, 2005.
- Lestari, Bella Dwi. “Pengembangan Modul Kalkulus Pada Materi Turunan Bernuansa Keislaman dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018.
- Lestari, Sri. *Choaching Untuk Meningkatkan Kemampuan Guru Dalam Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning)*. 2 ed. Yogyakarta: Kun Fayakun, 2022.
- M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., & Higton, G., Waites. *Industrial Microbiology: An Introduction*. 1st ed. London: Blackwell Science Ltd, London, UK, 2001.
- Manzil, Emilda Farkhiatul, Sukamti Sukamti, dan M. Anas Thohir. “Pengembangan E-Modul Interaktif Heyzine Flipbook Berbasis Scientific Materi Siklus Air Bagi Siswa Kelas V Sekolah Dasar.” *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan* 31, no. 2 (2022): 112. <https://doi.org/10.17977/um009v31i22022p112>.
- Masinah, Siti, dan Achmad Ali Fikri. “Pengembangan E-Bio : E-Modul Pembelajaran Biologi Materi Bioteknologi Terintegrasi Nilai Keislaman.” *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan* 5 (2025): 136–49.

<https://doi.org/10.23971/r1kckj47>

Masruroh, Dewi, dan Yuli Agustina. “E - Modul Berbasis Android Sebagai Pendukung Pembelajaran Daring Dan Upaya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik.” *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan* 1, no. 6 (2021): 559–68. <https://doi.org/10.17977/um066v1i62021p559-568>.

Maysitha, Putri Pratiwi. “Pengembangan E-Module Berbasis Model Obak Pada Materi Tipografi Kelas X SMK Desain Komunikasi Visual.” *Skripsi*. Universitas Lampung, 2024.

Moha, Siti Nurliana., Wirnangsi Din. Uno, Herinda. Mardin, Ani M. Hasan, Masra. Latjompoh, dan Syam Kumaji. “Pengembang E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Kelas X Di SMA Negeri 3 Gorontalo Utara.” *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran* 7, no. 4 (2024): 14980–89. <https://journal.universitaspahlawan.ac.id>.

Mufida, Laila, Marianus Subandowo Subandowo, dan Wawan Gunawan. “Pengembangan E-Modul Kimia Pada Materi Struktur Atom Untuk Meningkatkan Hasil Belajar.” *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)* 7, no. 1 (2022): 138–46. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2498>.

Munawir. “Modul Pembelajaran Biologi Bioteknologi.” *Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah, Direktorat Sekolah Menengah Atas*, 2020, 1–48.

Muqdamien, Birru, Umayah Umayah, Juhri Juhri, dan Desty Puji Raraswaty. “Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun.” *Jurnal Intersections* 6, no. 1 (2021): 23–33. <https://doi.org/10.47200/intersections.v6i1.589>.

- Musdalifah, Ayu Tri. “Pengembangan E-Module Interaktif Berbasis PjBL Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA.” *BioEdu* 15, no. 1 (2026): 39–55. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v15n1.p39-55>
- Najuah, P. S. Lukitoyo, dan W. Wirianti. *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya*. Diedit oleh Janner Simarmata. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- Nurhasanah, Luthfi Ajeng. “Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas VII SMP Melalui Model Flipped Classroom.” *Maju* 8, no. 1 (2021): 425–41. <https://www.neliti.com/publications/505442/upayameningkatkankemampuan-pemahaman-konsep-matematis-siswa-kelas-viismp-mela>
- Oksa, Silvis dan Sunaryo Soenarto. “Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk Memotivasi Belajar Siswa Sekolah Kejuruan.” *Jurnal Kependidikan* 4, no. 1 (2020): 99–111. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jk.v4i1.27280>.
- Padwa, Tivsi Rizqi, dan Putri Nurhalimah Erdi. “Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning.” *JAVIT: Jurnal Vokasi Informatika*, 2021, 21–25. <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>.
- Prasetya Eko. “Pembelajaran 11: Bioteknologi.” *Modul Belajar Mandiri Bioteknologi*, 2021, 256–57.
- Prestasi, Indeks. “Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Implementasi Kurikulum 2013.” Indeks Prestasi, 2015. <https://indeksprestasi.blogspot.com/2015/03/model-pembelajaran-berbasis-proyek-pada.html>. Diunduh pada 20 April 2026.
- Purnamasari, Eka Fitria, Elsje T Maasawet, Yusak Hudiyono, dan Lambang Subagiyo. “Effectiveness of Biology E-Module Teaching Materials Based on Flip Pdf Professional Application to Improve Learning Outcomes and

- Critical Thinking Skills.” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 10, no. 11 (2024): 8892–98. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.9147>.
- Putri, Nindy Asyifa, dan Novida Yenny. “Efektifitas Pemanfaatan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet Pada Materi Mitigasi Bencana Kelas XI Di MAN 1 Deli Serdang.” *Jurnal Dunia Pendidikan* 6, no. 1 (2025): 382–90. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i1.4201>
- Rahmatunnisa, Rizky. “Pengertian Bioteknologi, Jenis & Contoh Penerapannya | Biologi Kelas 9.” Ruang Guru, 2026. <https://www.ruangguru.com/blog/pengertian-penggolongan-dan-penerapan-bioteknologi>. Diunduh pada 20 April 2026.
- Rasman, Nurlinda. “Tantangan Guru Dalam Pemanfaatan Teknologi Digital Dalam Pembelajaran Di Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Luwu Timur.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Palopo, 2025.
- Razak, Abdul, Zulfi Amri, dan Tua Halomoan. “Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Model Addie Berbasis Flip Pdf Professional Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung Kelas Ix Smp Jambi Medan.” *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]* 4, no. 1 (2023): 63–70. <https://doi.org/10.30596/jmes.v4i1.13697>.
- Rosalina, Santi. “Pengembangan Majalah Biologi Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Perubahan Lingkungan Limbah Dan Daur Ulang Kelas X SMA/MA.” *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Metro, 2024.
- S, Shifa Fauziah. “Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Heyzine Flipbook Pada Materi Sistem Saraf Sebagai Bahan Ajar Siswa Kelas XI SMA/MA.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2025.
- Salsabella, Safarena, Tuti Iriani, dan Rosmawita Saleh. “Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D.” *Jurnal Pendidikan dan Konseling* 5, no. 2 (2023): 541–50.

<https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/12841>.

Salsabila, Shafira Putri, dan Moh Balya Ali Syaban. “Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Penampakan Alam Indonesia di Sekolah Dasar.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 5 (2022): 7896–7905. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3649>

Sari, Dewi Purnama. “Keterampilan Mengajar Guru Abad 21.” *Analysis: Journal Of Education* 2, no. 2 (2024): 231–40. doi:[10.65311/j.analysis.v2i2.612](https://doi.org/10.65311/j.analysis.v2i2.612)

Sariah, Rizky. “Pengembangan E-Modulea Berbasis Problem Solving Pada Materi Alat Optik Kelas XI SMAN 6 Palangka Raya.” *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2021.

Sindia Mutiara, Putri. “Pengembangan Bahan Ajar Menggunakan Model Pembelajaran Search Solve Create Share Pada Materi Spldv.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2021.

Subiyantoro, Singgih. *Problem & Project-Based Learning*. Diedit oleh Andriyanto. 1 ed. Jawa Tengah: Lakeisha, 2025.

Taufik, Ainul Uyuni, Ummul Hasanah, dan Alamsyah. “Pengembangan E-Modul berbasis Website untuk Pengoptimalan Pembelajaran Daring pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan.” *Al asma : Journal of Islamic Education* 6, no. 1 (2024): 39–56. <https://doi.org/10.24252/asma.v6i1.46855>.

Triana, Atika. “Pengembangan Bahan Ajar Modul Berbasis Contextual Learning Kelas IV SD/MI.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020.

Tuzzahra, Raudya, Hanifah, Syafdi Maizora. *Model Project Based Learning Dan Penerapannya*. Diedit oleh Hanifah dan Syafdi Maizora Tuzzahra, Raudya. Pertama. Bengkulu: Unit Penerbitan dan Publikasi FKIP Univ Bengkulu, 2019.

- Violadini, Ririn, dan Dea Mustika. “Pengembangan E-Modul Berbasis Metode Inkuiri Pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar.” *Jurnal Basicedu* 5, no. 3 (2021): 1210–22. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.899>.
- Wahyuningtyas, Novy Rizky. “Pengembangan E-Modul Pembelajaran Sejarah Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan High Order Thinking Skill (HOTS) Dengan Model 4D.” *Skripsi*. Universitas Jember, 2019.
- Wibowo, Edi. “Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018. [http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI FIX EDI.pdf](http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI%20FIX%20EDI.pdf).
- Widiana, Ferlinda Herdianti, dan Brilliant Rosy. “Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook Maker pada Mata Pelajaran Teknologi Perkantoran.” *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 3, no. 6 (2021): 3728–39. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.1265>.
- Widiastuti, Nugraheni, Mulik Cholilah, Abd Rozid, dan Retno Danu Rusmawati. “Learning Resource Center Organizational Programs and Facilities.” *Formosa Journal of Applied Sciences* 2, no. 10 (2023): 2467–80. <https://doi.org/10.55927/fjas.v2i10.6312>.
- Wijayanti, Ni Putu Ayu, Luh Putu Eka Damayanthi, I Made Gede Sunarya, dan I Made Putrama. “Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Untuk Siswa Kelas X Studi Kasus Di Smk Negeri 2 Singaraja.” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* 13, no. 2 (2016): 184–97. <https://doi.org/10.23887/jptk.v13i2.8526>.
- Wijayati, Riska. “Analisis Desain KIT Multimedia Materi Gerak dan Gaya Berbentuk Permainan Ular Tangga Untuk Memfasilitasi Gaya Belajar Siswa SMP/MTs.” *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri Kudus, 2022.
- Wulandari, Fajar. “Pemanfaatan Lingkungan sebagai Sumber Belajar Anak Sekolah Dasar (Kajian Literatur).” *Journal of Educational Review and*

Research 3, no. 2 (2020): 105–10. <https://dx.doi.org/10.26737/jerr.v3i2.2158>.

Wulandari, Siti. “Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning pada Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif untuk Siswa Kelas VIII SMP/MTS.” *Skripsi*, 2021, Institut Agama Islam Negeri Jember. http://digilib.uinkhas.ac.id/5698/1/SITI_WULANDARI_T201710012.pdf.

Zahara, Rili Konita. “Pengembangan Modul Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2021.

Zatria, Reza, Annika Maizeli, dan Yosmed Hidayat. “Pengembangan E-Modul Pada Materi Virus Kelas X SMA / MA.” *Jurnal Pendidikan Tambusai* 7 (2023): 1719–22. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i1.6051>

Zulkan. “Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Pendekatan Saintifik Menggunakan Canva dan Flip PDF Profesional.” *Educatio: Jurnal Ilmu Kependidikan* 18, no. 1 (2023): 50–60. <https://doi.org/10.29408/edc.v18i1.18715>.

LAMPIRAN

1. Surat Izin Pra Survei

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN JL. Ki Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo Metro Timur Kota Metro Lampung 34111 Telepon (0725) 41507; Faksimili (0725) 47296; Website: www.tarbiyah.metrouniv.ac.id ; e-mail: tarbiyah.iaim@metrouniv.ac.id
---	---

Nomor : B-4895/In.28.1/J/PP.00.9/10/2024 Lampiran : - Perihal : <u>Permohonan Izin dan Surat Tugas Survey</u>	21 Oktober 2024
---	-----------------

Kepada Yth:
 Kepala Sekolah MAN 1 Metro
 Di –
 Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

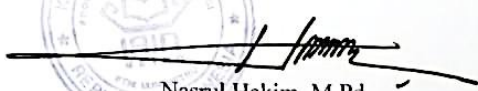
Sehubungan dengan adanya pemenuhan tugas berupa Riset pada Kurikulum Merdeka Belajar (MBKM) Program Studi Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Metro, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin kepada mahasiswa untuk mengambil data analisis kebutuhan masalah pembelajaran siswa serta guru pada mata pelajaran biologi. Adapun nama-nama mahasiswa yang bertugas sebagai berikut:

No	Nama	NPM
1	Desi Rismawati	2201080009
2	Misbakhul Amanan Mustofa	2201080023

Dengan demikian surat tugas ini dikeluarkan untuk dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Ketua Program Studi,



Nasrul Hakim, M.Pd.
 NIP. 19870418 201903 1 007

2. Surat Balasan Pra Survei



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA METRO
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1
 Jl. Ki Hajar Dewantara No.110 Kampus 15A Telp/Fax (0725) 45963
 Website : www.man1metro.sch.id Facebook : MAN 1 Metro Lampung



Nomor : B-053/Ma.08.01/PP.00.6/02/2025 10 Februari 2024
 Perihal : Telah Melaksanakan Survey

Yth. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
 Institut Agama Islam Negeri Metro
 di
 Metro

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Berdasarkan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Metro
 Nomor : B-4895/In.28.1/J/PP.00.9/10/2024 tanggal 21 Oktober 2024 perihal permohonan izin
 dan surat tugas survey di MAN 1 Metro dengan ini kami sampaikan bahwa:

No	Nama	NPM
1	Desi Rismawati	2201080009
2	Misbakhul Amanan Mustofa	2201080023

Telah melaksanakan survey pembelajaran siswa serta guru pada mata pelajaran biologi di
 Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Metro.

Demikian Surat ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Kepala
 Sariono

3. Surat Izin Research



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara No.118, Iringmulyo 15 A, Metro Timur Kota Metro Lampung 34112
Telepon (0725) 47297; Faksimili (0725) 47296; www.uinjusila.ac.id; humas@uinjusila.ac.id

Nomor : B-0622/In.28/D.1/TL.00/02/2026
Lampiran : -
Perihal : **IZIN RESEARCH**

Kepada Yth.,
KEPALA MAN 1 METRO
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Surat Tugas Nomor: B-0621/In.28/D.1/TL.01/02/2026, tanggal 11 Februari 2026 atas nama saudara:

Nama : **DESI RISMAWATI**
NPM : 2201080009
Semester : 8 (Delapan)
Jurusan : Tadris Biologi

Maka dengan ini kami sampaikan kepada KEPALA MAN 1 METRO bahwa Mahasiswa tersebut di atas akan mengadakan research/survey di MAN 1 METRO, dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi mahasiswa yang bersangkutan dengan judul "PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA".

Kami mengharapkan fasilitas dan bantuan Bapak/Ibu untuk terselenggaranya tugas tersebut, atas fasilitas dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 11 Februari 2026
Wakil Dekan Akademik dan
Kelembagaan,



Dr. Tubagus Ali Rachman Puja
Kesuma M.Pd
NIP 19880823 201503 1 007

4. Surat Balasan Research

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA METRO MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 Jl. Ki Hajar Dewantara No.110 Kampus 15A Telp/Fax (0725) 45963 Website : www.man1metro.sch.id Facebook : MAN 1 Metro Lampung	
Nomor : B-125/Ma.08.01/PP.00.6/02/2026 Perihal : Telah Melaksanakan Penelitian	26 Februari 2026	
Yth. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung di Metro		
<i>Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh</i>		
Berdasarkan surat Wakil Dekan Akademik dan Kelembagaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo lampung nomor:B-0622/In.28/D.1/TL.00/02/2026 tanggal 11 Februari 2026 perihal izin research di MAN 1 Metro dengan ini kami sampaikan bahwa		
Nama NPM Semester Jurusan Judul	: Desi Rismawati : 2201080009 : 8 (Delapan) : Tadris Biologi Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning : (PjBL) pada materi Bioteknologi untuk siswa kelas X SMA/MA	
Telah melaksanakan penelitian di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Metro". Demikian Surat ini kami keluarkan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.		
<i>Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh</i>		
 Kepala  Sarjono		

5. Surat Tugas



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JEMBARA SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara No.118, Iringmulyo 15 A, Metro Timur Kota Metro Lampung 34112
Telepon (0725) 47297; Faksimili (0725) 47296; www.uinjusila.ac.id; humas@uinjusila.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor: B-0621/In.28/D.1/TL.01/02/2026

Wakil Dekan Akademik dan Kelembagaan Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Metro, menugaskan kepada saudara:

Nama : DESI RISMAWATI
NPM : 2201080009
Semester : 8 (Delapan)
Jurusan : Tadris Biologi

Untuk : 1. Mengadakan observasi/survey di MAN 1 METRO, guna mengumpulkan data (bahan-bahan) dalam rangka menyelesaikan penulisan Tugas Akhir/Skripsi mahasiswa yang bersangkutan dengan judul "PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA".

2. Waktu yang diberikan mulai tanggal dikeluarkan Surat Tugas ini sampai dengan selesai.

Kepada Pejabat yang berwenang di daerah/instansi tersebut di atas dan masyarakat setempat mohon bantuannya untuk kelancaran mahasiswa yang bersangkutan, terima kasih.

Dikeluarkan di : Metro
Pada Tanggal : 11 Februari 2026

Mengetahui,
Pejabat Setempat

Wakil Dekan Akademik dan
Kelembagaan,



Dr. Tubagus Ali Rachman Puja
Kesuma M.Pd
NIP 19880823 201503 1 007

6. Surat Bimbingan Skripsi



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JEMBARA SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan Ki. Hajar Dewantara No.118, Iringmulyo 15 A, Metro Timur Kota Metro Lampung 34112
Telepon (0725) 47297; Faksimili (0725) 47296; www.uinjusila.ac.id; humas@uinjusila.ac.id

Nomor : B-0850/In.28.1/J/TL.00/10/2025
Lampiran : -
Perihal : **SURAT BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada Yth.,
Dwi Kurnia Hayati (Pembimbing 1)
(Pembimbing 2)

di-
Tempat
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam rangka penyelesaian Studi, mohon kiranya Bapak/Ibu bersedia untuk membimbing mahasiswa :

Nama : **DESI RISMAWATI**
NPM : 2201080009
Semester : 7 (Tujuh)
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Biologi
Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK KELAS X SMA/MA

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Dosen Pembimbing membimbing mahasiswa sejak penyusunan proposal s/d penulisan skripsi dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Dosen Pembimbing 1 bertugas mengarahkan judul, outline, alat pengumpul data (APD) dan memeriksa BAB I s/d IV setelah diperiksa oleh pembimbing 2;
 - b. Dosen Pembimbing 2 bertugas mengarahkan judul, outline, alat pengumpul data (APD) dan memeriksa BAB I s/d IV sebelum diperiksa oleh pembimbing 1;
2. Waktu menyelesaikan skripsi maksimal 2 (semester) semester sejak ditetapkan pembimbing skripsi dengan Keputusan Dekan Fakultas;
3. Mahasiswa wajib menggunakan pedoman penulisan karya ilmiah edisi revisi yang telah ditetapkan dengan Keputusan Dekan Fakultas;

Demikian surat ini disampaikan, atas kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 24 Oktober 2025
Ketua Jurusan,



Asih Fitriana Dewi M.Pd

NIP 19930330 201903 2 012

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik. Untuk memastikan keasliannya, silahkan scan QRCode dan pastikan diarahkan ke alamat <https://sismik.metrouniv.ac.id/v2/cek-suratbimbingan.php?npm=2201080009>.
Token = 2201080009

7. Keterangan Bebas Pustaka



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
UNIT PENUNJANG AKADEMIK PERPUSTAKAAN**

NPP: 1807062F0000001

Jalan Ki. Hajar Dewantara No. 118, Iringmulyo 15 A, Metro Timur Kota Metro Lampung 34112

Telepon (0725) 47297, 42775; Faksimili (0725) 47296;

Website: www.metrouniv.ac.id; e-mail: iainmetro@metrouniv.ac.id

**SURAT KETERANGAN BEBAS PUSTAKA
Nomor : P-165/Un.36/S/U.1/OT.01/02/2026**

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Perpustakaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung menerangkan bahwa :

Nama : DESI RISMAWATI
NPM : 2201080009
Fakultas / Jurusan : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan / Tadris Biologi

Adalah anggota Perpustakaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung Tahun Akademik 2025/2026 dengan nomor anggota 2201080009.

Menurut data yang ada pada kami, nama tersebut di atas dinyatakan bebas administrasi Perpustakaan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan seperlunya.

Metro, 18 Februari 2026
Kepala Perpustakaan,

Aan Gufriani, S.I.Pust.
NIP. 19920428 201903 1 009

8. Angket Analisis Kebutuhan Siswa

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN SISWA

Jawablah pertanyaan dibawah dengan jujur sesuai dengan kondisi yang kalian alami yaaa:) Terimakasih sudah mau membantu mengisi, have a nice day 🥰🙏

Nama

30 jawaban

Hanako Salma

VALEN SEPTIANI

NAIRA ANJUM HUMAYUN

naura akidah

Ghaida Nabil Syifa

agus ana azzahra

AFGAN HAKIM RAMADI

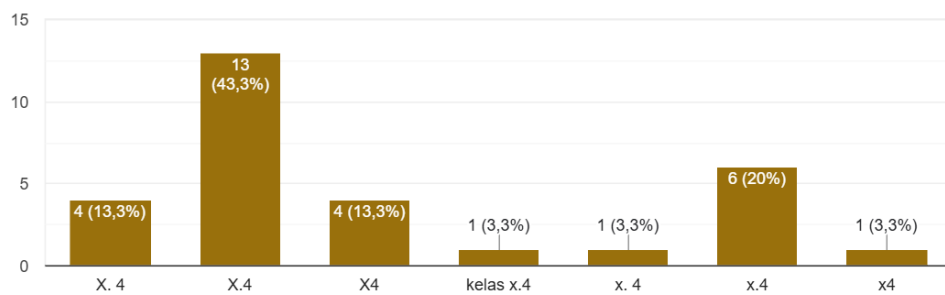
Farel Alfero

Khoirul Dava Ramadhan

Kelas

30 jawaban

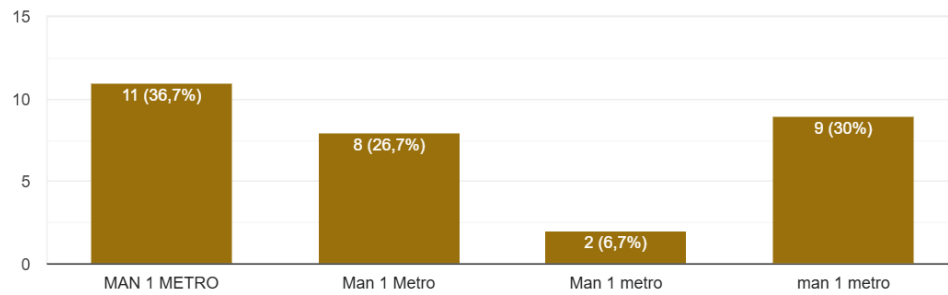
 Salin diagram



Asal Sekolah

 Salin diagram

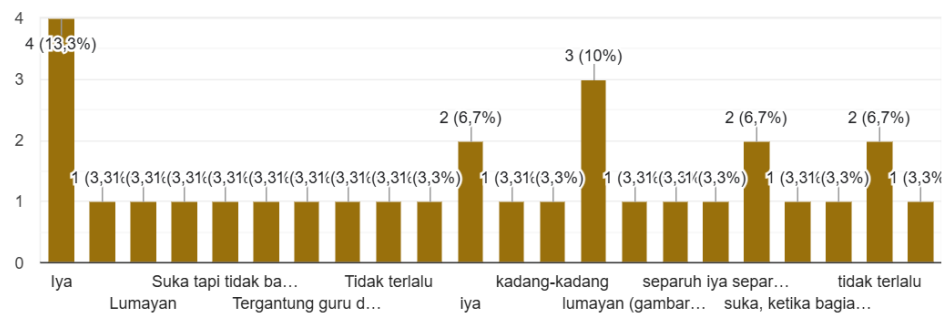
30 jawaban



Apakah Anda menyukai pelajaran biologi?

 Salin diagram

30 jawaban



Apakah Anda mengalami kesulitan dalam belajar biologi khususnya pada materi apa?

30 jawaban

virus

Kadang², bioteknologi

Bioteknologi dan penerapannya

Virus

tidak ada

materi tentang sel

materi bioteknologi

iya ada beberapa khususnya pada materi bioteknologi

agak kesulitan, bioteknologi

Apa saja kesulitan yang sering Anda hadapi dalam mempelajari biologi?

30 jawaban

rawan ngantuk

menghafalkan materi

bioteknologi karena ada beberapa penjelasan yang aga susah dipahami

susah dalam memahami

Memahami nama-nama ilmiah

hafalan

tugasnya sering plin-plan

Banyak

materi LKS terlalu singkat dan tidak lengkap

Bagaimana cara guru mengajar pelajaran biologi selama ini?

30 jawaban

Menjelaskan dan tanya jawab

guru mengajarnya dengan sistem menerangkan dan memberikan tugas kepada kita sering juga memberikan sesi tanya jawab

menjelaskan dan memberi latihan soal

Menjelaskan

Di jelaskan dan menghafal

Dengan menjelaskan materi di buku tapi biasanya agak sulit dimengerti, dan membosankan

santai tapi bikin ngantuk

baik dan menyenangkan

Bahan ajar apa yang digunakan guru selama mengajar? (semisal buku, lks, lkpd dll)

30 jawaban

buku cetak intan pariwara

LKS dan buku

menggunakan LKS

lks intan pariwara

buku cetak

Buku cetak

LKS intan pariwara

buku lks

Apakah bahan ajar yang digunakan guru sudah cukup membantu Anda untuk memahami materi?

30 jawaban

kurang

cukup

belum

Cukup

Buku

tidak cukup

belum cukup karena gurunya hanya menjelaskan materi, tidak disertai adanya PPT, gambar audio

kurang cukup, karena beliau hanya menggunakan metode berbicara manual tidak seperti menggunakan metode proyektor dan lkpd lainnya

Seberapa sering Anda merasa perlu sumber belajar tambahan di luar materi dari guru?

30 jawaban

cukup seeing

sering saya pun masih butuh flash di luar sekolah yang mengulas atau mempelajari materi-materi dari sekolah

Lumayan sering

bunga yang kering terkadang ada pembelajaran yang tidak disediakan di dalam LKS

Sangat sering

Perlu banget

Iya perlu karena tidak semua materi biasanya dijelaskan oleh guru jadi saya harus ada jam tambahan belajar di luar

saat ingin ulangan

Jenis media pembelajaran apa yang menurut Anda paling efektif untuk belajar biologi?

30 jawaban

video pembelajaran

Video pembelajaran

Gambar

video dan audio

Buku, ibunya menjelaskan

vidio

semua itu menurut saya efektif

mungkin seperti memberikan PDF pada murid-muridnya agar bisa mempelajari di mana saja dan tersimpan di file HP, dan di sekolah menggunakan metode proyektor yang ada penjelasan seperti gambar dan audio

Apakah Anda merasa perlu adanya contoh visual (gambar, video) untuk lebih memahami konsep biologi?

30 jawaban

iya sangat perlu, karena supaya lebih paham apa isinya seperti menjabarkan gambar-gambar sel dan struktur-struktur yang ada di biologi

Perlu

iya kami sangat membutuhkannya Karena tidak semua materi biologi dapat dipahami dengan membaca saja

Sangat perlu

Perlu banget

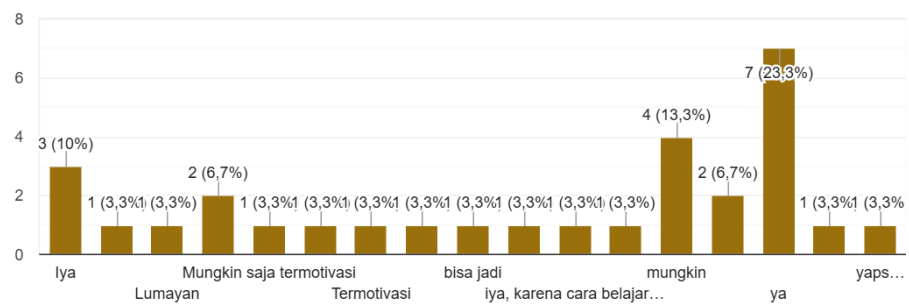
Sangat perlu

iya, sangat butuh

Apakah Anda merasa lebih termotivasi jika pembelajaran dilakukan dengan bantuan media interaktif?

[Salin diagram](#)

30 jawaban



Apakah anda pernah melihat atau belajar biologi melalui e-modul?

30 jawaban

tidak

Tidak

pernah

tidak pernah

Belum

tidak

pernah, baca modul biologi di perpustakaan UM

belum pernah

Belum

Apakah guru pernah mengajar dengan menggunakan media interaktif?

30 jawaban

tidak

tidak

Tidak

tidak pernah

Tidak pernah

Belum

mungkin belum

belum pernah

Belum pernah

Apakah Anda tertarik belajar menggunakan e-modul yang dapat diakses kapan saja?

30 jawaban

tertarik

ya

Sedikit

boleh

mungkin

tertarik, karena menurut saya isinya lebih lengkap

boleh dicoba

lumayan tertarik (boleh dicoba)

Anda lebih suka pembelajaran yang seperti apa?

30 jawaban

Praktik dan diskusi

apa aja

apa saja

menganalisa masalah

proyek atau praktik kelompok

Projek dan diskusi

proyek dan menganalisa masalah

proyek dan diskusi

Diskusi dan soal

Anda lebih suka pembelajaran yang seperti apa?

30 jawaban

Praktik dan diskusi

apa aja

apa saja

menganalisa masalah

proyek atau praktik kelompok

Projek dan diskusi

proyek dan menganalisa masalah

projek dan diskusi

Diskusi dan soal

Apakah peran media pembelajaran digital dalam membantu Anda memahami materi biologi sangat penting?

30 jawaban

penting

penting

ya

Iya

Iya, karena bukunya ga terlalu lengkap jadi perlu hp

Ya

ya

cukup penting

Bagaimanakah menurut Anda, e-modul yang dilengkapi dengan latihan soal, gambar, video, dll dapat meningkatkan motivasi belajar?

30 jawaban

iya

kurang tau

Ya

iya hal seperti itu dapat membantu siswa dalam memahami materi

iya karena juga lagi dapat dipahami

itu karena kita tidak hanya memahami materi saja, namun juga harus banyak-banyak mengulas dan latihan soal

Mungkin

ya saya setuju, karena dengan begitu belajar menjadi lebih menyenangkan

Apakah anda setuju apabila materi yang menurut anda sulit dibuat dalam e-modul interaktif untuk membantu anda dalam mempelajari materi itu kembali?

30 jawaban

mungkin bisa

Setuju setuju aja

iya, saya setuju

setuju agar lebih memudahkan siswa

Mungkin

Iya setuju

Ya setuju

setuju, karena e-modul biasanya bisa diakses di mana saja dan kapan saja, ini bisa meningkatkan motivasi belajar

Dalam mempelajari biologi apakah anda merasa perlu untuk berdiskusi atau berkolaborasi dengan teman?

30 jawaban

perlu karena itu membantu

ia perlu, karena untuk bertukar opini materi satu sama lain untuk memecahkan kalau ada masalah dan lain sebagainya

Sedikit

perlu banget, apalagi bertukar pendapat

Ya

Perlu

Iya perlu jika kita sulit memahami materinya

Apakah ada akses internet disekolah?

30 jawaban

ada

Ada

ya

Ya

ada kok cuma terkadang sinyalnya jelek

ada tapi putus-putus

setuju

ada

ada, tapi jelek sinyal di manmet ni

Menurut anda jika belajar harus menggunakan hp dan memakai kouta untuk membuka e-modul apakah keberatan?

30 jawaban

tidak

tidak

Tidak

Tidak

tidak keberatan sama sekali

menurut saya boleh aja asal jangan setiap saat juga Karena tidak semua orang memiliki kemampuan yang sama, dan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing jadi lebih baik tetap menggunakan buku di nomor satukan

tidakkk

9. Angket Hasil Validasi Ahli Materi

a. Hasil Validasi Pertama

LEMBAR VALIDASI UNTUK AHLI MATERI

A. Judul Penelitian
 “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA”

B. Identitas Ahli
 Nama Ahli : Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.
 NIDN : 2006069203
 Bidang Keahlian : Ahli Materi
 Hari/Tanggal : Selasa, 10 februari 2026

C. Petunjuk Pengisian:

- Berilah tanda (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
- Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
- Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
- Deskripsi penilaian

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Materi	1. Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	2. Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	3. E-Modul memberikan penjelasan					

materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.				✓	
Saran Perbaikan:					
4. Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.			✓		
Saran Perbaikan:					
5. Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.			✓		
Saran Perbaikan: hal. 17 setelah nama bakteri gunakan Kekoa dan / atau .					
6. Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.				✓	
Saran Perbaikan:					
7. Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.				✓	
Saran Perbaikan: Gambar plasmid pada hal. 25 tidak lengkap. Cukup. diganti ya!					
8. Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang disajikan secara kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep materi.			✓		
Saran Perbaikan: Contoh kloning sudah terlampau lama. Gunakan temuan kloning terbaru, tanpa menggunakan tersebut penerapan kloning Dolly.					
9. Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>				✓	
Saran Perbaikan:					

	10. Latihan soal pada akhir kegiatan sesuai dengan konsep materi.		✓				
	Saran Perbaikan:						
Aspek Bahasa	11. Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.			✓			
	Saran Perbaikan:						
	12. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.			✓			
	Saran Perbaikan:						
	13. Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.		✓				
	Saran Perbaikan: → penulisan nama latin: s.p → Tahapan (nu. 23): diberi nomor saja. / dengan gambar per tahapan.						
Aspek Penyajian	14. Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.			✓			
	Saran Perbaikan:						
	15. Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.		✓				
	Saran Perbaikan: hal. 5 definisi Biologi, berikan 2 paragraf. → hal. 19 pengertian istilah asing. → paragraf kurang rapi hal. 7. dan hal. 22 juga, hal. 26.						
	16. Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.		✓				
	Saran Perbaikan: → video hal. 24 tidak bisa diputar → simbol bisa dibuat seaneam, → video hal 25 bisa diganti dalam bahasa Indonesia.						

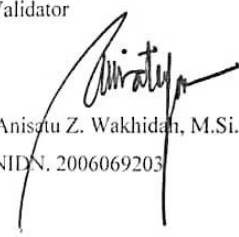
D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pembelajaran ini, maka media pembelajaran ini dinyatakan:

- ☐ Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
- ☐ Layak uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran
- ☒ Tidak layak untuk uji coba lapangan

Total Skor :
= 62

Validator


Anisatu Z. Wakhidan, M.Si.
NIDN. 2006069203

b. Validasi Kedua

LEMBAR VALIDASI UNTUK AHLI MATERI

A. Judul Penelitian

"Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA"

B. Identitas Ahli

Nama Ahli : Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.

NIDN : 2006069203

Bidang Keahlian : Ahli Materi

Hari/Tanggal : 3 Maret 2026

C. Petunjuk Pengisian:

1. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
2. Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
3. Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
4. Deskripsi penilaian

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Materi	1. Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	2. Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	3. E-Modul memberikan penjelasan				✓	

materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.					
Saran Perbaikan:					
4. Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.				✓	
Saran Perbaikan:					
5. Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.				✓	
Saran Perbaikan:					
6. Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.				✓	
Saran Perbaikan:					
7. Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.				✓	
Saran Perbaikan: Cukup.					
8. Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang disajikan secara kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep materi.					✓
Saran Perbaikan:					
9. Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>				✓	
Saran Perbaikan:					

	10. Latihan soal pada akhir kegiatan sesuai dengan konsep materi.	✓				
	Saran Perbaikan: Link tidak dapat diakses!					
Aspek Bahasa	11. Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	12. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	13. Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	14. Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.				✓	
	Saran Perbaikan:					
Aspek Penyajian	15. Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	16. Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.				✓	
	Saran Perbaikan:					

17. Penyajian e-modul mendukung pembelajaran mandiri siswa.		✓			
Saran Perbaikan: Batas margin antara teks & batas modul terlalu rapat.					
18. Struktur e-modul (pendahuluan, isi, penutup) jelas terorganisir dengan baik dan tata letak e-modul memudahkan navigasi siswa.			✓		
Saran Perbaikan: ukuran huruf diperkecil Batas teks ke margin terlalu rapat, pilihlah warna teks & background.					
19. E-modul memberikan kegiatan proyek atau eksperimen sederhana yang berkaitan dengan penerapan bioteknologi.				✓	
Saran Perbaikan:					
20. E-modul menyajikan materi secara sistematis untuk memfasilitasi siswa dalam penyelesaian proyek.				✓	
Saran Perbaikan:					

Catatan:

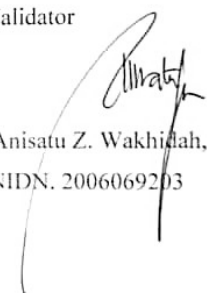
- hal. 8 : pemilihan warna teks & background sebaiknya kontras!
tidak perlu yg bertan.
- Selain halamannya : - jarak antara paragraf terlalu rapat! sebaiknya
diberi jarak.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pembelajaran ini, maka media pembelajaran ini dinyatakan:

- ☐ Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
- ☒ Layak uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran
- ☐ Tidak layak untuk uji coba lapangan

Validator


Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.
NIDN. 2006069203

c. Validasi Ketiga

LEMBAR VALIDASI UNTUK AHLI MATERI

A. Judul Penelitian
 “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA”

B. Identitas Ahli
 Nama Ahli : Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.
 NIDN : 2006069203
 Bidang Keahlian : Ahli Materi
 Hari/Tanggal : Kamis, 5 Maret 2020

C. Petunjuk Pengisian:

- Berilah tanda (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
- Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
- Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
- Deskripsi penilaian

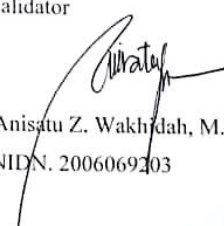
Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Materi	1. Materi dalam e-modul sesuai dengan capaian pembelajaran yang ingin dicapai.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	2. Materi dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	3. E-Modul memberikan penjelasan materi yang logis dan tidak menimbulkan miskonsepsi.				✓	

Saran Perbaikan:					
4. Materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.				✓	
Saran Perbaikan:					
5. Materi yang disajikan lengkap, akurat dan disusun secara sistematis.				✓	
Saran Perbaikan:					
6. Definisi bioteknologi disajikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.				✓	
Saran Perbaikan:					
7. Materi memuat perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.				✓	
Saran Perbaikan:					
Cukup.					
8. Contoh penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang disajikan secara kontekstual untuk membantu siswa memahami konsep materi.				✓	
Saran Perbaikan:					
9. Materi mendukung pelaksanaan setiap tahapan dalam <i>Project Based Learning</i>				✓	
Saran Perbaikan:					
10. Latihan soal pada akhir kegiatan					

	sesuai dengan konsep materi.					✓	
	Saran Perbaikan: Pertanyaan no. 1 agak miskonsepsi (mikroorganisme & bag. sel?)						
Aspek Bahasa	11. Bahasa yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan tingkat kemampuan siswa.						✓
	Saran Perbaikan:						
	12. Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif dan tidak membingungkan.					✓	
	Saran Perbaikan:						
	13. Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam e-modul.					✓	
	Saran Perbaikan:						
	14. Setiap istilah atau kata ilmiah dijelaskan dengan definisi yang mudah dipahami.				✓		
	Saran Perbaikan: Penulisan glosarium yang benar → istilah tidak pakai huruf kapital karena bukan awal mat.						
Aspek Penyajian	15. Kalimat dalam e-modul tidak mengandung ambiguitas dan tidak berbelit-belit dalam penjelasan materi.						✓
	Saran Perbaikan:						
	16. Penyajian e-modul menarik dan memotivasi siswa untuk belajar.						✓
	Saran Perbaikan:						
	17. Penyajian e-modul mendukung pembelajaran mandiri siswa.						✓

Saran Perbaikan:					
18. Struktur e-modul (pendahuluan, isi, penutup) jelas terorganisir dengan baik dan tata letak e-modul memudahkan navigasi siswa.					✓
Saran Perbaikan:					
19. E-modul memberikan kegiatan proyek atau eksperimen sederhana yang berkaitan dengan penerapan bioteknologi.				✓	
Saran Perbaikan:					
20. E-modul menyajikan materi secara sistematis untuk memfasilitasi siswa dalam penyelesaian proyek.				✓	
Saran Perbaikan:					

Validator


 Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.
 NIDN. 2006069203

Rekomendasi:

→ Layak diuji ke lapangan dengan sedikit revisi
 (minor revisi)

10. Angket Hasil Validasi Ahli Media

a. Hasil Validasi Pertama

LEMBAR VALIDASI UNTUK AHLI MEDIA

A. Judul Penelitian
 “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA”

B. Identitas Ahli
 Nama Ahli : Nasrul Hakim, M.Pd.
 NIP : 19870418 201903 1 007
 Bidang Keahlian : Ahli Media
 Hari/Tanggal : Rabu, 4 Februari 2025

C. Petunjuk Pengisian:

- Berilah tanda (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
- Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
- Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
- Deskripsi penilaian

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan	1. Tampilan desain e-modul menarik.		✓			
	Saran Perbaikan: Warna cover masih pudar. Logo pada cover diganti jadi kementerian dan kementerian berdamak					
	2. Desain layout (tata letak) tersusun dengan rapi.			✓		
	Saran Perbaikan:					
	3. Pemilihan warna pada media menarik tidak terlalu mencolok		✓			

	dan mendukung kenyamanan dalam belajar.						
	Saran Perbaikan: <i>pada tampilan isi warna masih pucat dan kurang menarik</i>						
	4. Pemilihan jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai, jelas dan mudah dibaca.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Perlu penyusunan kembali ukuran dari jenis font agar lebih mudah terbaca</i>						
	5. Ilustrasi (gambar, teks dan video) yang digunakan dalam e-modul jelas dan sesuai dengan materi bioteknologi.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Beberapa gambar & video masih kurang jelas atau terlalu kecil. (Hal 6, 8, 4 dan 12)</i>						
Aspek Keterbacaan	6. Spasi teks antara baris dan paragraf nyaman dilihat, tidak terlalu padat dan mudah dipahami.			✓			
	Saran Perbaikan: <i>Sesuaikan Lagi</i>						
	7. Kontras antara teks dan latar belakang jelas dan mudah dibaca.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Kontras masih kurang</i>						
Navigasi	8. Desain memiliki navigasi yang berfungsi dengan baik dan mudah digunakan.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Buat navigasi agar mudah menuju kebagian - bagian modul</i>						
	9. Tombol/ikon navigasi terlihat jelas dan mudah ditemukan.			✓			

	Saran Perbaikan: Cukup.						
	10. Pengguna tidak kesulitan untuk berpindah antar halaman/elemen.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Perbaiki navigasi.</i>						
Konsistensi Desain	11. Tata letak desain konsisten di setiap halaman.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Masih ada beberapa yang kurang konsisten</i>						
	12. Penggunaan font, warna desain konsisten dan serasi di semua bagian.			✓			
	Saran Perbaikan:						
	13. Konsistensi antara daftar isi dan isi materi dalam e-modul.						✓
Komponen Visual	Saran Perbaikan:						
	14. Gambar, teks, video ataupun audio yang ditampilkan jelas dan tidak blur.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Gambar sebagian besar kurang terbagas, video kurang besar dan kalau bisa dibuat formatnya jika mungkin langsung full screen.</i>						
	15. Penempatan gambar/video tidak mengganggu tata letak teks.		✓				
	Saran Perbaikan: <i>Masih kurang rapi</i>						
	16. Desain media terlihat rapi dan tidak ada tumpang tindih antar elemen.		✓				

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pembelajaran ini, maka media pembelajaran ini dinyatakan:

☐ Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi

☒ Layak uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran

☐ Tidak layak untuk uji coba lapangan

Validator



Nasrul Hakim, M.Pd.

NIP. 19870418 201903 1 007

b. Hasil Validasi Kedua

LEMBAR VALIDASI UNTUK AHLI MEDIA

A. Judul Penelitian
 “Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA”

B. Identitas Ahli
 Nama Ahli : Nasrul Hakim, M.Pd.
 NIP : 19870418 201903 1 007
 Bidang Keahlian : Ahli Media
 Hari/Tanggal : Senin, 9 Februari 2015

C. Petunjuk Pengisian:

- Berilah tanda (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
- Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
- Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
- Deskripsi penilaian

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Tampilan	1. Tampilan desain e-modul menarik.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	2. Desain layout (tata letak) tersusun dengan rapi.					✓
	Saran Perbaikan:					
	3. Pemilihan warna pada media menarik tidak terlalu mencolok				✓	
	Saran Perbaikan:					

	dan mendukung kenyamanan dalam belajar.					
	Saran Perbaikan:					
	4. Pemilihan jenis dan ukuran font yang digunakan sesuai, jelas dan mudah dibaca.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	5. Ilustrasi (gambar, teks dan video) yang digunakan dalam e-modul jelas dan sesuai dengan materi bioteknologi.				✓	
	Saran Perbaikan:					
Aspek Keterbacaan	6. Spasi teks antara baris dan paragraf nyaman dilihat, tidak terlalu padat dan mudah dipahami.					✓
	Saran Perbaikan:					
	7. Kontras antara teks dan latar belakang jelas dan mudah dibaca.				✓	
	Saran Perbaikan:					
Navigasi	8. Desain memiliki navigasi yang berfungsi dengan baik dan mudah digunakan.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	9. Tombol/ikon navigasi terlihat jelas dan mudah ditemukan.					✓

	Saran Perbaikan: Cukup.					
	10. Pengguna tidak kesulitan untuk berpindah antar halaman/elemen.				✓	
	Saran Perbaikan:					
Konsistensi Desain	11. Tata letak desain konsisten di setiap halaman.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	12. Penggunaan font, warna desain konsisten dan serasi di semua bagian.					✓
	Saran Perbaikan:					
	13. Konsistensi antara daftar isi dan isi materi dalam e-modul.					✓
Komponen Visual	Saran Perbaikan:					
	14. Gambar, teks, video ataupun audio yang ditampilkan jelas dan tidak blur.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	15. Penempatan gambar/video tidak mengganggu tata letak teks.					✓
	Saran Perbaikan:					
	16. Desain media terlihat rapi dan tidak ada tumpang tindih antar elemen.				✓	

	Saran Perbaikan:					
Kejelasan Struktur	17. Struktur informasi atau cara penggunaan jelas dan terorganisir.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	18. Judul, subjudul, dan konten disusun dengan urutan yang jelas dan mudah dipahami.					✓
	Saran Perbaikan:					
Kemudahan Penggunaan	19. Desain dapat diakses di berbagai perangkat (PC, laptop, tablet, dan <i>smartphone</i>).					✓
	Saran Perbaikan:					
	20. Pengguna tidak memerlukan waktu lama untuk memahami penggunaan e-modul dan tidak memerlukan teknis khusus untuk digunakan.				✓	
	Saran Perbaikan: Cukup.					

Catatan:

.....

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pembelajaran ini, maka media pembelajaran ini dinyatakan:

- ☒ Layak untuk uji coba lapangan tanpa revisi
- ☐ Layak uji coba lapangan dengan revisi sesuai saran
- ☐ Tidak layak untuk uji coba lapangan

Validator



Nasrul Hakim, M.Pd.

NIP. 19870418 201903 1 007

11. Hasil Uji Coba Respon Guru

LEMBAR VALIDASI UJI COBA PRODUK UNTUK GURU

A. Judul Penelitian

“Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Materi Bioteknologi Untuk Siswa Kelas X SMA/MA”

B. Identitas Ahli

Nama : Dra. Eni Susiati, M.Pd.
 NIP : 19671007 200501 2 002
 Jabatan : Guru Biologi
 Alamat : MAN 1 Metro
 Hari/Tanggal : Rabu, 9 Maret 2025

C. Petunjuk Pengisian:

- Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
- Jika ada saran tuliskan pada kolom saran.
- Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Layak
 - Skor 4: Layak
 - Skor 3: Cukup Layak
 - Skor 2: Kurang Layak
 - Skor 1: Tidak Layak
- Deskripsi penilaian

Aspek Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
Aspek Materi	1. Materi sesuai dengan CP yang akan dicapai dan indikator yang ditetapkan dalam kurikulum.					√
	Saran Perbaikan:					

	2. Materi yang disajikan lengkap, akurat, jelas dan mudah dipahami oleh siswa.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	3. Materi membantu memperkuat pemahaman terhadap topik-topik yang dianggap sulit oleh siswa.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	4. Materi memiliki keterkaitan yang jelas antara satu bagian dengan bagian lainnya.					✓
	Saran Perbaikan:					
	5. Materi mampu memotivasi siswa untuk belajar lebih lanjut dan dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	6. Bahasa dalam materi mudah dipahami oleh siswa sesuai dengan tingkat kemampuannya.					✓
	Saran Perbaikan:					
Aspek Bahasa	7. Kalimat yang digunakan memiliki struktur yang jelas dan sederhana sehingga mudah dipahami.					✓

Aspek Media	Saran Perbaikan:					
	8. Tidak ada kesalahan ejaan, tanda baca, atau tata bahasa dalam teks.					✓
	Saran Perbaikan:					
	9. Istilah-istilah ilmiah yang digunakan dijelaskan dengan baik dan tidak bersifat ambigu.					✓
	Saran Perbaikan:					
	10. Instruksi yang diberikan jelas dan tidak menimbulkan keraguan atau kebingungan.					✓
	Saran Perbaikan:					
	11. Desain e-modul menarik dan sesuai dengan karakteristik siswa.					✓
	Saran Perbaikan:					
	12. E-Modul mendukung pemahaman siswa terhadap materi iritabilitas pada tumbuhan.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	13. E-modul memfasilitasi pelaksanaan pembelajaran berbasis <i>project based learning</i> .				✓	
	Saran Perbaikan:					

	14. E-Modul dilengkapi dengan panduan penggunaan untuk mempermudah guru dan siswa.					✓
	Saran Perbaikan:					
	15. E-Modul memiliki tata letak yang rapi dan sistematis, sehingga memudahkan pembaca memahami isi e-modul.					✓
	Saran Perbaikan:					
	16. Kombinasi warna dan font serta ukuran font dalam e-modul tidak mengganggu kenyamanan pembaca.					✓
	Saran Perbaikan:					
	17. Ilustrasi (gambar, video atau audio) dalam e-modul jelas dan sesuai dengan konteks materi yang disampaikan.					✓
	Saran Perbaikan:					
	18. E-Modul memuat konten yang relevan dan isinya tidak membingungkan.				✓	
	Saran Perbaikan:					
	19. E-Modul praktis digunakan, bebas diakses kapan saja dan dimana saja.					✓
	Saran Perbaikan:					

	20. E-Modul memberikan pengalaman belajar berbasis teknologi dan dapat digunakan baik secara individu maupun kelompok dalam pembelajaran.					✓
	Saran Perbaikan:					

Validator



Dra. Eni Susiati, M.Pd.

NIP. 19671007 200501 2 002

12. Hasil Uji Coba Respon Siswa

Angket Tanggapan Siswa terhadap Penggunaan E-Modul Bioteknologi

Hai!

Angket ini bertujuan untuk mengetahui pendapat kamu setelah menggunakan e-modul bioteknologi dalam pembelajaran.

Tidak ada jawaban yang benar atau salah, jadi isi sesuai yang kamu rasakan. Masukan dari kamu akan sangat membantu agar e-modul ini bisa menjadi lebih menarik dan menyenangkan untuk digunakan.

Terima kasih ya sudah meluangkan waktu untuk membantu mengisi angket ini! ✨

Petunjuk Pengisian:

1. Bacalah indikator penilaian dengan seksama.
2. Berilah tanda (✓) pada kolom skala penilaian yang sesuai dengan penilaian anda.
3. Pedoman penilaian:
 - Skor 5: Sangat Setuju
 - Skor 4: Setuju
 - Skor 3: Cukup Setuju
 - Skor 2: Kurang Setuju
 - Skor 1: Tidak Setuju

NAMA

30 responses

dita amelia

Nazwa Naura Fika

Renda Ayudia

Izza Fasya

Nala Febria Agustin

Elsa azzahra

M. Amirulloh

Mustafa Alwan F.

Hanako Salma

No	Pernyataan	Jumlah Skor	Skor Rata-Rata	Persentase
1.	E-Modul ini menjelaskan tujuan pembelajaran dengan jelas dan mudah dipahami.	138	4,60	92,0%
2.	E-Modul ini mudah digunakan tanpa perlu penjelasan yang rumit dan petunjuk penggunaan dalam produk ini mudah untuk diikuti	132	4,40	88,0%
3.	Desain tampilan e-modul menarik dan membuat saya tertarik belajar.	134	4,47	89,4%
4.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul ini mudah dipahami.	132	4,40	88%
5.	Fitur yang disediakan mudah diakses dan digunakan.	141	4,70	94%
6.	E-Modul membantu saya memahami materi yang sulit dengan cara yang lebih mudah.	132	4,40	88%
7.	Latihan atau aktivitas yang diberikan dalam produk ini mendukung pemahaman saya terhadap materi.	135	4,50	90%
8.	E-Modul ini membuat proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan tidak membosankan.	132	4,40	88%
9.	Ilustrasi (gambar, video atau audio) yang disediakan jelas, tidak blur dan membantu saya untuk lebih memahami materi bioteknologi.	142	4,73	94,6%
10.	Saya puas dengan e-modul ini, mudah digunakan kapan saja dan dimana saja dan saya merasa produk ini cocok untuk membantu siswa lain dalam belajar.	141	4,70	94%

Jumlah skor	1.359
Jumlah rata-rata	45,30
Hasil persentase	90.6%
Kriteria	Sangat Praktis

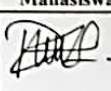
13. Buku Bimbingan Skripsi


KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
Jalan Ki. Hajar Dewantara No. 118 Iringmulyo 15 A Metro Timur Kota Metro Lampung 34111
Telepon (0725) 47297; 42775; Faksimili (0725) 47296; Website: www.uinjusila.ac.id; e-mail: humas@uinjusila.ac.id

BUKU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI MAHASISWA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
UIN JURAI SIWO LAMPUNG

Nama : Desi Rismawati
 NPM : 2201080009

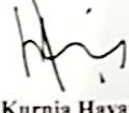
Program Studi : Tadris Biologi
 Semester : VIII

No	Hari/ Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Tanda Tangan Mahasiswa
6.	04/05 2016	<i>Acc Skripsi</i> <i>Bab 1-5.</i>	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Tadris Biologi


Asih Fitriana Dewi, M.Pd.
 NIP. 19930330 201903 2 012

Dosen Pembimbing


Dwi Kurnia Hayati, M.Pd.
 NIDN. 2007098805

14. Dokumentasi

a. Pra Survei



Gambar 1. Pengisian angket analisis kebutuhan



Gambar 2. Analisis kebutuhan guru

b. Riset

Gambar 3. Uji coba respon siswa kelas X.4



Gambar 4. Uji coba respon guru biologi

15. Produk E-Modul



RIWAYAT HIDUP



Desi Rismawati lahir di Bumi Harapan pada 15 Desember 2004. Anak kedua dari Bapak Muntolib dan Ibu Sumini. Penulis mengawali pendidikan pertamanya di SDN 23 Way Serdang pada tahun 2010, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN Satap 2 Way Serdang pada tahun 2016, setelah itu penulis lanjut ke jenjang berikutnya, yaitu di SMAN 01 Way Serdang pada tahun 2019.

Saat ini, penulis sedang menempuh pendidikan di perguruan tinggi di IAIN Metro Lampung yang sekarang bertransformasi menjadi Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung dengan program studi Tadris Biologi angkatan 2022. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Program Studi (HMPS) Tadris Biologi. Pada periode 2023-2024, penulis bergabung sebagai anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan. Selanjutnya, pada periode 2024-2025 penulis menjabat sebagai sekretaris pada Divisi Keagamaan.